

JP 2001-506833A

SMART ANTENNA CDMA WIRELESS COMMUNICATION SYSTEM

Patent number: WO9827669
Publication date: 1998-06-25
Inventor: LIU HUI; XU GUANGHAN
Applicant: CWILL TELECOMMUNICATIONS INC (US)
Classification:
- international: H04B7/06; H04B7/08; H04B7/26
- european: H04B7/06C1B, H04B7/06C1F, H04B7/005B4D2, H04B7/08C4P
Application number: WO1997US22878 19971212
Priority number(s): US19960768100 19961216

Also published as:

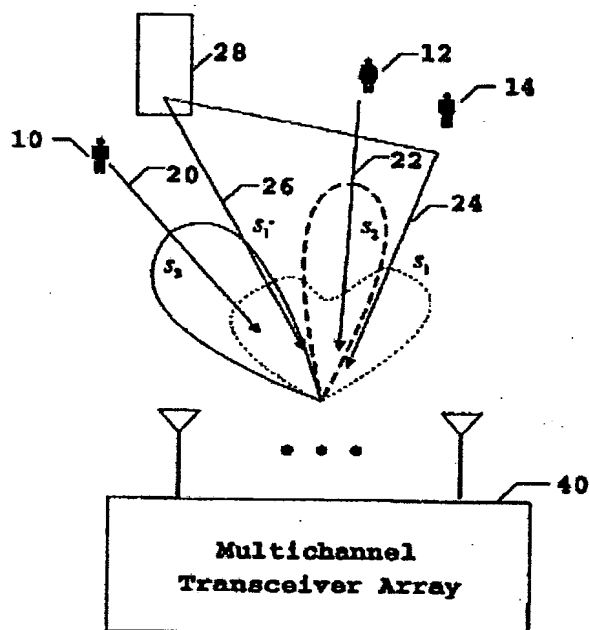
EP0953235 (A)
US6122260 (A)
EP0953235 (B)
AU731437 (B2)

Cited documents:

US5515378
EP0668668

Abstract of WO9827669

A TDD antenna array S-CDMA system for increasing the capacity and quality of wireless communications is disclosed. By simultaneous exploiting the spatial and code diversities, high performance communications between a plurality of remote terminals and a base station is achieved without sacrificing system flexibility and robustness. The time-division-duplex mode together with the inherent interference immunity of S-CDMA signals allow the spatial diversity to be exploited using simple and robust beamforming rather than demanding nulling. Measurements from an array of receiving antennas at the base station are utilized to estimate spatial signatures, timing offsets, transmission powers and other propagation parameters associated with a plurality of S-CDMA terminals. Such information is then used for system synchronization, downlink beamforming, as well as handoff management. In an exemplary embodiment, the aforementioned processing is accomplished with minimum computations, thereby allowing the disclosed system to be applicable to a rapidly varying environment. Among many other inherent benefits of the present invention are large capacity and power efficiency, strong interference/fading resistance, robustness power control, and easy hand-off.



Data supplied from the esp@cenet database - Worldwide

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公表特許公報 (A)

(11) 特許出願公表番号
特表2001-506833
(P2001-506833A)

(43) 公表日 平成13年5月22日 (2001.5.22)

(51) Int.Cl. ⁷	識別記号	FI	テグト* (参考)
H 0 4 B 7/10		H 0 4 B 7/10	A
7/06		7/06	
7/08		7/08	D
7/26		7/26	B

審査請求 未請求 予備審査請求 有 (全 64 頁)

(21) 出願番号 特願平10-527860
 (86) (22) 出願日 平成9年12月12日 (1997. 12. 12)
 (85) 翻訳文提出日 平成11年6月15日 (1999. 6. 15)
 (86) 国際出願番号 PCT/US 97/22878
 (87) 国際公開番号 WO 98/27669
 (87) 国際公開日 平成10年6月25日 (1998. 6. 25)
 (31) 優先権主張番号 08/768, 100
 (32) 優先日 平成8年12月16日 (1996. 12. 16)
 (33) 優先権主張国 米国 (US)

(71) 出願人 シイウィル・テレコミュニケーションズ・
インコーポレイテッド
アメリカ合衆国、78758 テキサス州、オ
ースティン、ボイヤー・ブルバード、
10535、スウィート・100
 (72) 発明者 リュウ、ファイ
アメリカ合衆国、78703 テキサス州、オ
ースティン、ウェスト・シックス・スト
リート、1644、アパートメント・エル
 (74) 代理人 弁理士 深見 久郎 (外3名)

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 スマートアンテナCDMA無線通信システム

(57) 【要約】

無線通信の容量および品質を向上させるためのTDDアンテナアレイS-CDMAシステムが開示される。スペースダイバーシチとコードダイバーシチとを同時に利用することで、複数の遠隔端末と基地局との間の高性能通信が、システムの柔軟性および頑強さを犠牲にすることなく達成される。時分割二重モードとS-CDMA信号に固有の干渉に対する強さによって、面倒なヌリングによってではなく簡単に頑強なビーム形成を使用してスペースダイバーシチを利用できる。基地局の受信アンテナのアレイからの測定値は、複数のS-CDMA端末に関連付けられる、空間シグネチャ、タイミングオフセット、伝送パワーおよび他の伝搬パラメータを評価するため利用される。このような情報は次に、システムの同期、ダウンリンクビーム形成およびハンドオフ管理のために使用される。例示的实施例においては、上述の処理は最低限の計算で達成され、したがって開示されるシステムを急速に変化していく環境に適用できる。この発明に固有の他の多くの利点には、大きな容量およびパワー効率、干渉/フェージングに対する強い耐性、頑強なパ

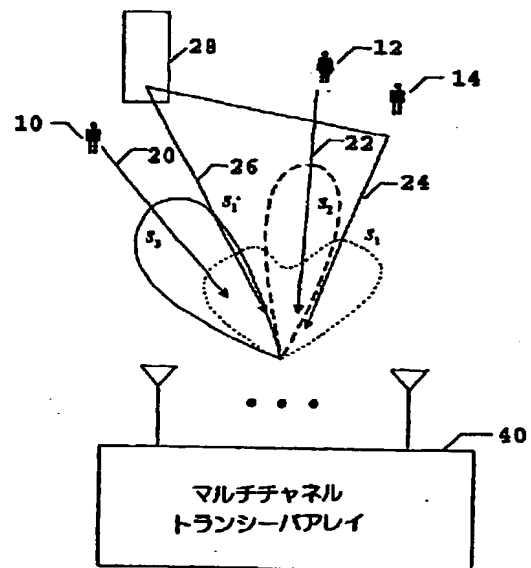


Fig. 3

【特許請求の範囲】

1. 複数の端末へ／複数の端末からメッセージデータを通信するための時分割二重（TDD）アンテナアレイ同期式符号分割多元接続（S-CDMA）通信システムであって、

複数のアンテナおよび複数のトランシーバを含むマルチチャネルトランシーバアレイを含み、前記マルチチャネルトランシーバアレイは、前記端末からマルチチャネルアップリンクS-CDMA信号の組合せを受信し、前記端末へ向けてマルチチャネルダウンリンクS-CDMA信号を送信するよう適合され、前記マルチチャネルトランシーバアレイは、時分割二重態様で異なった時間フレームの間に、前記端末からマルチチャネルアップリンクS-CDMA信号の前記組合せを受信し前記端末へ向けてマルチチャネルダウンリンクS-CDMA信号を送信するよう適合され、前記システムはさらに、

前記マルチチャネルトランシーバアレイに結合され、マルチチャネルアップリンクS-CDMA信号の前記組合せから前記端末に関連付けられる空間シグネチャ評価を決定するための空間プロセッサを含み、前記空間プロセッサはまた、空間シグネチャ評価に基づいてアップリンクおよびダウンリンクビーム形成行列を計算するよう動作可能であり、前記システムはさらに、

前記空間プロセッサおよび前記マルチチャネルトランシーバアレイに結合され、マルチチャネルアップリンクS-CDMA信号の前記組合せから前記端末からのアップリンクメッセージの評価を決定するための復調器と、

前記マルチチャネルトランシーバアレイに結合され、前記端末に方向付けられるメッセージを送信するため前記マルチチャネルダウンリンクS-CDMA信号を生成するための変調器とを含む、同期式符号分割多元接続通信システム。

2. 前記端末は各々一意のPNコードシーケンスを含み、前記システムはさらに、

前記復調器および前記空間プロセッサに結合されるデスプレッドを含み、前記複数の端末の各々に対して、前記デスプレッドは前記それぞれの端末のPNコードシーケンスを使用してマルチチャネルアップリンクS-CDMA信号の前記組合せをデスプレッドし、マルチチャネルシンボルシーケンスを得、前記マルチ

チャネルシンボルシーケンスは複数のシンボルシーケンスを含み、

前記空間プロセッサは前記マルチチャネルシンボルシーケンスにตอบสนองして前記空間シグネチャ評価を生成する、請求項1に記載のTDDアンテナアレイS-CDMA通信システム。

3. 前記空間プロセッサは、前記マルチチャネルシンボルシーケンスから最大の信号パワーのシンボルシーケンスを特定し、さらに、最大信号パワーの前記特定されたシンボルシーケンスに関して前記マルチチャネルシンボルシーケンスを正規化し、正規化されたマルチチャネルシンボルシーケンスを得るよう動作し、

前記空間プロセッサは、前記正規化されたマルチチャネルシンボルシーケンスの平均を計算し前記空間シグネチャ評価を生成するよう動作する、請求項2に記載のTDDアンテナアレイS-CDMA通信システム。

4. 前記空間プロセッサは前記マルチチャネルシンボルシーケンスのデータ共分散行列を形成し、

前記空間プロセッサは、前記空間シグネチャ評価として前記データ共分散行列の主固有ベクトルを計算する、請求項2に記載のTDDアンテナアレイS-CDMA通信システム。

5. 前記空間プロセッサは、前記端末各々と関連付けられる到着方向(DOA)評価を含む個別のマルチパスパラメータを決定するよう動作可能であり、

前記DOA評価は前記端末の位置決定およびハンドオフの補助において使用される、請求項1に記載のTDDアンテナアレイS-CDMA通信システム。

6. 前記空間プロセッサは、それぞれの端末の空間シグネチャ評価に基づいてDOA評価を決定する、請求項5に記載のTDDアンテナアレイS-CDMA通信システム。

7. 前記空間プロセッサは、それぞれの端末に関連付けられるマルチチャネルシンボルシーケンスのデータ共分散行列に基づいてDOA評価を決定する、請求項5に記載のTDDアンテナアレイS-CDMA通信システム。

8. 前記空間プロセッサは、前記端末の各々に関連付けられるアップリンクパワー評価を決定し、

前記アップリンクパワー評価はパワーコントロールのために使用され、
前記空間プロセッサは、それぞれの端末に関連付けられるマルチチャネルシン

ボルシーケンスのデータ共分散行列の主固有ベクトルとして前記アップリンクパワーを決定する、請求項1に記載のTDDアンテナアレイS-CDMA通信システム。

9. 前記空間プロセッサは、前記端末の各々に関連付けられるアップリンクパワー評価を決定し、

前記アップリンクパワー評価はパワーコントロールのために使用され、

前記空間プロセッサは、それぞれの端末に関連付けられるビーム形成されたシンボルシーケンスの二次平均として前記アップリンクパワーを決定する、請求項1に記載のTDDアンテナアレイS-CDMA通信システム。

10. 前記空間プロセッサは、前記端末の各々に関連付けられるタイミングオフセット評価を決定し、前記タイミングオフセット評価は前記端末の同期のために使用される、請求項1に記載のTDDアンテナアレイS-CDMA通信システム。

11. 前記空間プロセッサはさらに、

前記端末の各々に関連付けられる到着方向(DOA)評価を含む個別のマルチパスパラメータを決定するための手段を含み、前記DOA評価はハンドオフの補助において使用され、前記空間プロセッサはさらに、

前記端末の各々に関連付けられるタイミングオフセット評価を決定するための手段を含み、前記タイミングオフセット評価は同期のために使用され、前記空間プロセッサはさらに、

前記タイミングオフセット評価により与えられる距離情報および前記DOA評価を組合せることによって端末それぞれの位置(geolocation)を決定するための手段を含み、請求項1に記載のTDDアンテナアレイS-CDMA通信システム。

12. 前記端末は各々一意のPNコードシーケンスを含み、前記システムはさらに、

復調器および空間プロセッサに結合されるデスプレッタを含み、前記端末の各々に対し、前記デスプレッタは前記マルチチャネルアップリンク S-CDMA 信号をデスプレッドし関連付けられる空間シグネチャ評価を得るよう動作し、前記複数の端末の各々に対し、前記デスプレッタは前記それぞれの端末の P

Nコードシーケンスを使用してマルチチャネルアップリンク S-CDMA 信号の前記組合せをデスプレッドしマルチチャネルシンボルシーケンスを得、前記マルチチャネルシンボルシーケンスはマルチチャネルトランシーバアレイ内に含まれるトランシーバ各々についての複数のシンボルシーケンスを含み、

復調器は、デスプレッタに結合され、前記デスプレッタから出力される前記マルチチャネルシンボルシーケンスを受信し、前記復調器は、

前記それぞれの端末のアップリンクビーム形成行列を使用して前記マルチチャネルシンボルシーケンスを組合せることによって、端末それぞれに対するエンハンスされた信号を得るためのアップリンクビーム形成器と、

前記エンハンスされた信号から前記それぞれの端末により送信されるメッセージデータを決定するための検出器とを含み、

コードダイバーシチおよびスペースダイバーシチの両方が信号受信における混信および雑音を抑制するため使用される、請求項 1 に記載の TDD アンテナアレイ S-CDMA 通信システム。

13. 前記変調器は、

前記端末各々に対し PN コードを与えるための PN コード発生器と、

前記端末の各々に対し S-CDMA 信号を発生するための、前記 PN コード発生器に結合されたスプレッタとを含み、前記スプレッタは、前記端末の各々に対する前記 S-CDMA 信号の発生において前記端末の各々に対しそれぞれの PN コードを使用し、前記変調器はさらに、

前記端末の各々に対しビーム形成された S-CDMA 信号を生成するためのダウンリンクビーム形成器を含み、前記ダウンリンクビーム形成器は、前記端末の各々に対する前記ビーム形成された S-CDMA 信号の生成において前記端末の各々に関連付けられる前記送信ビーム形成行列を使用し、前記変調器はさらに、

前記ビーム形成されたS-CDMA信号を組合せて前記マルチチャネルダウンリンクS-CDMA信号を生成するためのコンバイナを含み、

それによって、コードのダイバーシチおよびスペースダイバーシチの両方が信号送信における混信および雑音を抑制するため使用される、請求項1に記載のTDDアンテナアレイS-CDMA通信システム。

14. 前記端末の少なくとも一部分について、端末のそれぞれに対するアップリンクビーム形成行列が、前記それぞれの端末に対する空間シグネチャ評価と同一である、請求項1に記載のTDDアンテナアレイS-CDMA通信システム。

15. 前記端末の少なくとも一部分について、それぞれの端末についてのアップリンクビーム形成行列が、前記それぞれの端末についての信号対混信および雑音比(SINR)が最大になるよう前記端末の各々の空間シグネチャ評価に基づいて構成される、請求項1に記載のTDDアンテナアレイS-CDMA通信システム。

16. 前記端末の少なくとも一部分について、それぞれの端末についてのアップリンクビーム形成行列が、前記それぞれの端末についてのビット誤り率(BER)を最小限にするよう前記端末の各々の空間シグネチャ評価に基づいて構成される、請求項1に記載のTDDアンテナアレイS-CDMA通信システム。

17. 前記端末の少なくとも一部分について、それぞれの端末に対するダウンリンクビーム形成行列が、前記それぞれの端末に対する空間シグネチャ評価と同一である、請求項1に記載のTDDアンテナアレイS-CDMA通信システム。

18. 前記端末の少なくとも一部分について、それぞれの端末に対するダウンリンクビーム形成行列が、前記それぞれの端末についての信号対混信および雑音比(SINR)が最大になるよう前記端末の各々の空間シグネチャ評価に基づいて構成される、請求項1に記載のTDDアンテナアレイS-CDMA通信システム。

19. 前記端末の少なくとも一部分について、それぞれの端末に対するダウンリンクビーム形成行列が、前記それぞれの端末に対するビット誤り率(BER)を最小限にするよう前記端末の各々の空間シグネチャ評価に基づいて構成される、

請求項1に記載のTDDアンテナアレイS-CDMA通信システム。

20. 前記マルチチャネルトランシーバアレイ内の前記トランシーバの各々は、
トランスミッタ回路とレシーバ回路とを含む、

前記システムはさらに、

前記マルチチャネルトランシーバの不均衡を補正するため前記マルチチャネル
トランシーバアレイを校正するための手段を含み、

前記レシーバ回路を校正するための前記手段は前記空間シグネチャの評価前に

動作し、

前記トランスミッタ回路を校正するための前記手段は前記マルチチャネルダウ
ンリンクS-CDMA信号の送信前に動作する、請求項1に記載のTDDアンテ
ナアレイS-CDMA通信システム。

21. 前記空間プロセッサ、前記復調器および前記変調器は1つまたは2つ以上
のデジタルプロセッサによって実現される、請求項1に記載のTDDアンテナ
レイS-CDMA通信システム。

22. 複数の端末へ/複数の端末からメッセージデータを通信するための方法で
あって、

前記端末からマルチチャネルアップリンクS-CDMA信号の組合せを受信す
るステップと、

マルチチャネルアップリンクS-CDMA信号の前記組合せから端末に関連付
けられる空間シグネチャ評価を決定するステップと、

空間シグネチャ評価に基づいてアップリンクビーム形成行列およびダウンリン
クビーム形成行列を計算するステップと、

マルチチャネルアップリンクS-CDMA信号の前記組合せから前記端末から
のアップリンクメッセージを復調するステップとを含み、前記アップリンクメッ
セージの評価を決定する前記ステップは前記アップリンクビーム形成行列を使用
し、前記方法はさらに、

前記端末に向けられるメッセージを送信するためマルチチャネルダウンリンク
S-CDMA信号を変調するステップと、

前記端末に向けて前記マルチチャネルダウンリンク S-CDMA 信号を送信するステップとを含み、

前記端末からマルチチャネルアップリンク S-CDMA 信号の組合せを受信する前記ステップは、第 1 の時間フレームの間に前記端末からマルチチャネルアップリンク S-CDMA 信号の組合せを受信するよう適合され、前記端末へ向けて前記マルチチャネルダウンリンク S-CDMA 信号を送信する前記ステップは、時分割二重態様で第 2 の時間フレームの間に前記端末へ向けてマルチチャネルダウンリンク S-CDMA 信号を送信するよう適合される、複数の端末へ/複数の

端末からメッセージデータを通信するための方法。

23. 前記端末は各々一意の PN コードシーケンスを含み、前記方法はさらに、

前記複数の端末の各々について、マルチチャネルシンボルシーケンスを得るため、前記それぞれの端末の PN コードシーケンスでマルチチャネルアップリンク S-CDMA 信号の前記組合せをデスプレッドするステップを含み、前記マルチチャネルシンボルシーケンスは複数のシンボルシーケンスを含み、

空間シグネチャ評価を決定する前記ステップは、

前記マルチチャネルシンボルシーケンスから最大信号パワーのシーケンスを特定するステップと、

前記マルチチャネルシンボルシーケンスを最大信号パワーの前記特定されたシンボルシーケンスで正規化し、正規化されたマルチチャネルシンボルシーケンスを得るステップと、

前記正規化されたマルチチャネルシンボルシーケンスの平均を計算して、前記空間シグネチャ評価を生成するステップとを含む、請求項 22 に記載の複数の端末へ/複数の端末からメッセージデータを通信するための方法。

24. 前記端末は各々一意の PN コードシーケンスを含み、前記方法はさらに、

前記複数の端末の各々について、マルチチャネルシンボルシーケンスを得るため、前記それぞれの端末の PN コードシーケンスでマルチチャネルアップリンク S-CDMA 信号の前記組合せをデスプレッドするステップを含み、前記マルチチャネルシンボルシーケンスは複数のシンボルシーケンスを含み、

空間シグネチャ評価を決定する前記ステップは、

前記マルチチャネルシンボルシーケンスのデータ共分散行列を形成するステップと、

前記空間シグネチャ評価として前記データ共分散行列の主固有ベクトルを計算するステップとを含む、請求項 2 2 に記載の複数の端末へ／複数の端末からメッセージデータを通信するための方法。

2 5. 空間シグネチャ評価を決定する前記ステップはさらに、

前記端末の各々に関連付けられる到着方向 (DOA) 評価を含む個別のマルチパスパラメータを決定するステップを含み、

前記 DOA 評価は前記端末の位置決定およびハンドオフ補助において使用される、請求項 2 2 に記載の複数の端末へ／複数の端末からメッセージデータを通信するための方法。

2 6. 個別のマルチパスパラメータを決定する前記ステップは、それぞれの端末の空間シグネチャ評価に基づいて DOA 評価を決定する、請求項 2 5 に記載の複数の端末へ／複数の端末からメッセージデータを通信するための方法。

2 7. 個別のマルチパスパラメータを決定する前記ステップは、それぞれの端末に関連付けられるマルチチャネルシンボルシーケンスのデータ共分散行列に基づいて DOA 評価を決定する、請求項 2 5 に記載の複数の端末へ／複数の端末からメッセージデータを通信するための方法。

2 8. 空間シグネチャ評価を決定する前記ステップはさらに、

前記端末の各々に関連付けられるアップリンクパワー評価を決定するステップを含み、

前記アップリンクパワー評価はパワーコントロールのために使用され、

前記アップリンクパワー評価を決定する前記ステップは、前記送信パワーを、それぞれの端末に関連付けられるマルチチャネルシンボルシーケンスのデータ共分散行列の主固有値として決定する、請求項 2 2 に記載の複数の端末へ／複数の端末からメッセージデータを通信するための方法。

2 9. 空間シグネチャ評価を決定するための前記ステップはさらに、

前記端末の各々に関連付けられるアップリンクパワー評価を決定するステップを含み、

前記アップリンクパワー評価はパワーコントロールのために使用され、

前記アップリンクパワー評価を決定する前記ステップは、前記アップリンクパワーを、それぞれの端末に関連付けられるマルチチャネルシンボルシーケンスの二次平均として決定する、請求項 22 に記載の複数の端末へ/複数の端末からメッセージデータを通信するための方法。

30. 空間シグネチャ評価を決定する前記ステップはさらに、

前記端末の各々に関連付けられるタイミングオフセット評価を得るステップを含み、前記タイミングオフセット評価は同期のために使用される、請求項 22 に

記載の複数の端末へ/複数の端末からメッセージデータを通信するための方法。

31. 空間シグネチャ評価を決定する前記ステップはさらに、

前記端末の各々に関連付けられる到着方向 (DOA) 評価を含む個別のマルチパスパラメータを決定するステップを含み、前記 DOA 評価はハンドオフにおいて使用され、空間シグネチャ評価を決定する前記ステップはさらに、

前記端末の各々に関連付けられるタイミングオフセット評価を得るステップを含み、前記タイミングオフセット評価は同期のために使用され、空間シグネチャ評価を決定する前記ステップはさらに、

前記 DOA 評価と前記タイミングオフセット評価により与えられる距離情報とを組合せることによって、それぞれの端末の位置 (geolocation) を決定するステップを含む、請求項 22 に記載の複数の端末へ/複数の端末からメッセージデータを通信するための方法。

32. 前記端末の各々は一意の PN コードシーケンスを含み、前記方法はさらに

前記複数の端末の各々について、マルチチャネルシンボルシーケンスを得るため、前記それぞれの端末の PN コードシーケンスでマルチチャネルアップリンク S-CDMA 信号の前記組合せをデスプレッドするステップを含み、前記マルチチャネルシンボルシーケンスは複数のシンボルシーケンスを含み、前記方法はさ

らに、

それぞれの端末についてエンハンスされた信号を得るためアップリンクビーム形成を行なうステップを含み、アップリンクビーム形成を行なう前記ステップは前記それぞれの端末の受信ビーム形成行列を使用して前記マルチチャネルシンボルシーケンスを組み合わせることによって動作し、前記方法はさらに、

前記エンハンスされた信号から前記それぞれの端末により送信されたメッセージデータを決定するステップを含み、

コードダイバーシチおよびスペースダイバーシチは両方とも信号受信における混信および雑音を抑制するため使用される、請求項22に記載の複数の端末へ／複数の端末からメッセージデータを通信するための方法。

33. 変調する前記ステップは、

前記端末の各々についてPNコードを発生するステップと、

前記端末の各々についてメッセージ信号をスプレッドするステップとを含み、PNコードを発生する前記ステップは、前記端末の各々についてのS-CDMA信号の発生において前記端末の各々についてのそれぞれのPNコードを使用し、変調する前記ステップはさらに、

前記端末の各々についてビーム形成されたS-CDMA信号を生成するためダウンリンクビーム形成を行なうステップを含み、ダウンリンクビーム形成を行なう前記ステップは、前記端末の各々についての前記ビーム形成されたS-CDMA信号の生成において前記端末の各々に関連付けられる前記ダウンリンクビーム形成行列を使用し、変調する前記ステップはさらに、

前記マルチチャネルダウンリンクS-CDMA信号を生成するため前記ビーム形成されたS-CDMA信号を組合せるステップを含み、

コードダイバーシチおよびスペースダイバーシチは両方とも信号送信における混信および雑音を抑制するため使用される、請求項22に記載の複数の端末へ／複数の端末からメッセージデータを通信するための方法。

34. 前記端末の少なくとも一部分について、それぞれの端末についてのアップリンクビーム形成行列は前記それぞれの端末についての空間シグネチャ評価と同

一である、請求項 22 に記載の複数の端末へ／複数の端末からメッセージデータを通信するための方法。

35. 前記端末の少なくとも一部分について、それぞれの端末についてのアップリンクビーム形成行列を、前記それぞれの端末についての信号対混信および雑音比 (SINR) が最大になるよう、前記端末の各々の空間シグネチャ評価に基づいて構成するステップを含む、請求項 22 に記載の複数の端末へ／複数の端末からメッセージデータを通信するための方法。

36. 前記端末の少なくとも一部分について、それぞれの端末についてのアップリンクビーム形成行列を、前記それぞれの端末についてのビット誤り率 (BER) が最小限になるよう、前記端末の各々の空間シグネチャ評価に基づいて構成するステップを含む、請求項 22 に記載の複数の端末へ／複数の端末からメッセージデータを通信するための方法。

37. 前記端末の少なくとも一部分について、それぞれの端末についてのダウン

リンクビーム形成行列は、前記それぞれの端末についての空間シグネチャ評価と同一である、請求項 22 に記載の複数の端末へ／複数の端末からメッセージデータを通信するための方法。

38. 前記端末の少なくとも一部分について、それぞれの端末についてのダウンリンクビーム形成行列を、前記それぞれの端末についての信号対混信および雑音比 (SINR) が最大になるよう、前記端末の各々の空間シグネチャ評価に基づいて構成するステップを含む、請求項 22 に記載の複数の端末へ／複数の端末からメッセージデータを通信するための方法。

39. 前記端末の少なくとも一部分について、それぞれの端末についてのダウンリンクビーム形成行列を、前記それぞれの端末についてのビット誤り率 (BER) が最小限になるよう、前記端末の各々の空間シグネチャ評価に基づいて構成するステップを含む、請求項 22 に記載の複数の端末へ／複数の端末からメッセージデータを通信するための方法。

40. 前記方法は、複数の端末へ／複数の端末からメッセージデータを通信するため時分割二重 (TDD) アンテナアレイ同期式符号分割多元接続 (S-CDM

A) 通信システムにおいて動作し、前記システムはマルチチャネルトランシーバアレイを含み、前記マルチチャネルトランシーバアレイ内の前記トランシーバの各々はトランスミッタ回路とレシーバ回路とを含み、

前記方法はさらに、

前記マルチチャネルトランシーバの非平衡を補正するため前記マルチチャネルトランシーバアレイを校正するステップを含み、

前記レシーバ回路を校正する前記ステップは空間シグネチャ評価を決定する前記ステップの前に動作し、

前記トランスミッタ回路を校正する前記ステップは、前記マルチチャネルダウンリンク S-CDMA 信号を送信する前記ステップの前に動作する、請求項 2 に記載の複数の端末へ/複数の端末からメッセージデータを通信するための方法。

41. 基地局と複数の端末との間でメッセージデータを通信するための TDD アンテナアレイ S-CDMA 通信方法であって、

マルチチャネルレシーバを使用して、前記基地局においてアップリンクフレー

ムの間にアップリンク S-CDMA 信号の組合せを受信するステップと、

端末の PN コードシーケンスを使用して、前記端末の各々についてのデスプレッドされたマルチチャネル結果を得るためデスプレッドするステップと、

前記デスプレッドされたマルチチャネル結果から前記端末の各々に関連付けらる空間シグネチャを評価するステップと、

前記端末の空間シグネチャ評価に基づいて受信および送信ビーム形成ベクトルまたは行列を発生するステップと

前記受信ビーム形成ベクトルまたは行列を使用して、前記端末の各々についてエンハンスされた信号を得るため、前記デスプレッドされたマルチチャネル結果をアップリンクビーム形成するステップと、

前記端末の各々からメッセージデータを回復するため前記エンハンスされた信号を復調するステップと、

前記端末の各々について S-CDMA 信号を得るためメッセージデータを変調

するステップと、

前記端末の各々についてビーム形成されたS-CDMA信号を得るため前記送信ビーム形成行列を使用して前記S-CDMA信号をダウンリンクビーム形成するステップと、

ダウンリンクマルチチャネルS-CDMA信号を得るため前記ビーム形成されたS-CDMA信号すべてを組合せるステップと、

前記アップリンクフレームの後のダウンリンクフレームにおいて、マルチチャネルトランスミッタからダウンリンクS-CDMA信号の前記組合せを送信するステップとを含む、TDDアンテナアレイS-CDMA通信方法。

42. 複数の端末へ/複数の端末からメッセージデータを通信するための時分割二重(TDD)アンテナアレイ同期式符号分割多元接続(S-CDMA)通信システムであって、

複数のアンテナと複数のトランシーバとを含むマルチチャネルトランシーバアレイを含み、前記マルチチャネルトランシーバアレイは、前記端末からマルチチャネルアップリンクS-CDMA信号の組合せを受信し、前記端末に向けてマルチチャネルダウンリンクS-CDMA信号を送信するよう適合され、前記マルチ

チャネルトランシーバアレイは、第1の時間フレームの間に前記端末からマルチチャネルアップリンクS-CDMA信号の前記組合せを受信するよう適合され、時分割二重態様で第2の時間フレームの間に前記端末に向けてマルチチャネルダウンリンクS-CDMA信号を送信するよう適合され、前記システムはさらに、

コードおよびデータをストアするための1つまたは2つ以上のメモリと、

前記1つまたは2つ以上のメモリに結合される1つまたは2つ以上のデジタル信号プロセッサとを含み、前記1つまたは2つ以上のデジタル信号プロセッサは前記1つまたは2つ以上のメモリからのコードを実行するよう動作可能であり、

前記1つまたは2つ以上のデジタル信号プロセッサは、マルチチャネルアップリンクS-CDMA信号の前記組合せから、端末に関連付けられる空間シグネチャ評価を決定するよう動作可能であり、前記1つまたは2つ以上のデジタル信号プロセッサは、また、空間シグネチャ評価に基づいてアップリンクビーム形成行

列およびダウンリンクビーム形成行列を計算するよう動作可能であり、

前記1つまたは2つ以上のデジタル信号プロセッサは、マルチチャネルアップリンクS-CDMA信号の前記組合せから、前記端末からのアップリンクメッセージの評価を決定するよう動作可能であり、

前記1つまたは2つ以上のデジタル信号プロセッサは、前記端末へと方向付けられるメッセージを送信するため前記マルチチャネルダウンリンクS-CDMA信号を発生するよう動作可能である、時分割二重アンテナアレイ同期式符号分割多元接続通信システム。

43. 前記端末は各々、一意のPNコードシーケンスを含み、

前記複数の端末の各々について、前記1つまたは2つ以上のデジタル信号プロセッサは、マルチチャネルシンボルシーケンスを得るためマルチチャネルアップリンクS-CDMA信号の前記組合せをデスプレッドするため前記それぞれの端末のPNコードシーケンスを使用するよう動作可能であり、前記マルチチャネルシンボルシーケンスは複数のシンボルシーケンスを含み、

前記1つまたは2つ以上のデジタル信号プロセッサは、前記マルチチャネルシンボルシーケンスに応答して前記空間シグネチャ評価を決定するよう動作可能である、請求項42に記載のTDDアンテナアレイS-CDMA通信システム。

44. 前記1つまたは2つ以上のデジタル信号プロセッサは、前記マルチチャネルシンボルシーケンスから最大信号パワーのシンボルシーケンスを特定するよう動作可能であり、さらに、正規化されたマルチチャネルシンボルシーケンスを得るため、最大信号パワーの前記特定されたシンボルシーケンスに関して前記マルチチャネルシンボルシーケンスを正規化するよう動作可能であり、

前記1つまたは2つ以上のデジタル信号プロセッサは、前記空間シグネチャ評価を生成するため前記正規化されたマルチチャネルシンボルシーケンスの平均を計算するよう動作可能である、請求項43に記載のTDDアンテナアレイS-CDMA通信システム。

45. 前記1つまたは2つ以上のデジタル信号プロセッサは、前記マルチチャネルシンボルシーケンスのデータ共分散行列を形成するよう動作可能であり、

前記空間プロセッサは前記データ共分散行列の主固有ベクトルを前記空間シグネチャ評価として計算する、請求項43に記載のTDDアンテナアレイS-CDMA通信システム。

46. 複数の端末へ/複数の端末からメッセージデータを通信するための時分割二重(TDD)アンテナアレイ同期式符号分割多元接続(S-CDMA)通信システムであって、

複数のアンテナと複数のトランシーバを含むマルチチャネルトランシーバアレイを含み、前記マルチチャネルトランシーバアレイは、前記端末からマルチチャネルアップリンクS-CDMA信号の組合せを受信し、前記端末に向けてマルチチャネルダウンリンクS-CDMA信号を送信するよう適合され、前記マルチチャネルトランシーバアレイは、第1の時間フレームの間に前記端末からマルチチャネルアップリンクS-CDMA信号の前記組合せを受信するよう適合され、時分割二重態様で第2の時間フレームの間に前記端末に向けてマルチチャネルダウンリンクS-CDMA信号を送信するよう適合され、前記システムはさらに、

マルチチャネルアップリンクS-CDMA信号の前記組合せから前記端末に関連付けられる空間シグネチャ評価を決定するための、前記マルチチャネルトランシーバアレイに結合される空間シグネチャ評価手段を含み、前記空間シグネチャ評価手段はまた、空間シグネチャ評価に基づいてアップリンクビーム形成行列お

よびダウンリンクビーム形成行列を計算するよう動作可能であり、前記システムはさらに、

マルチチャネルアップリンクS-CDMA信号の前記組合せから前記端末からのアップリンクメッセージの評価を決定するための、前記空間シグネチャ評価手段および前記マルチチャネルトランシーバアレイに結合される変調手段と、

前記端末へと方向付けられるメッセージを送信するため前記マルチチャネルダウンリンクS-CDMA信号を発生するための、前記マルチチャネルトランシーバアレイに結合される変調器手段とを含む、TDDアンテナアレイS-CDMA通信システム。

47. 前記端末の各々は、一意のPNコードシーケンスを含み、前記システムは

さらに、

前記変調器手段および前記空間シグネチャ評価手段に結合されるデスプレッド手段を含み、前記デスプレッド手段は前記複数の端末の各々について、マルチチャネルシンボルシーケンスを得るためマルチチャネルアップリンク S-CDMA 信号の前記組合せをデスプレッドするため前記それぞれの端末の PN コードシーケンスを使用し、前記マルチチャネルシンボルシーケンスは複数のシンボルシーケンスを含み、

前記空間シグネチャ評価手段は前記マルチチャネルシンボルシーケンスに応答して前記空間シグネチャ評価を決定するよう動作する、請求項 46 に記載の TDD アンテナアレイ S-CDMA 通信システム。

48. 前記空間シグネチャ評価手段は前記マルチチャネルシンボルシーケンスから最大信号パワーのシンボルシーケンスを特定し、さらに、正規化されたマルチチャネルシンボルシーケンスを得るため最大信号パワーの前記特定されたシンボルシーケンスに関して前記マルチチャネルシンボルシーケンスを正規化するよう動作し、

前記空間シグネチャ評価手段は、前記空間シグネチャ評価を生成するため前記正規化されたマルチチャネルシンボルシーケンスの平均を計算するよう動作する、請求項 47 に記載の TDD アンテナアレイ S-CDMA 通信システム。

49. 前記空間シグネチャ評価手段は、前記マルチチャネルシンボルシーケンス

のデータ共分散行列を形成し、

前記空間シグネチャ評価手段は、前記空間シグネチャ評価として前記データ共分散行列の主固有ベクトルを計算する、請求項 47 に記載の TDD アンテナアレイ S-CDMA 通信システム。

50. 前記空間シグネチャ評価手段はさらに、

前記端末の各々に関連付けられる到着方向 (DOA) 評価を含む個別のマルチパスパラメータを決定するための手段を含み、

前記 DOA 評価は前記端末の位置決定およびハンドオフ補助において使用される、請求項 46 に記載の TDD アンテナアレイ S-CDMA 通信システム。

5 1. 前記空間シグネチャ評価手段はさらに、

前記端末の各々に関連付けられるアップリンクパワー評価を決定するための手段を含み、

前記アップリンクパワー評価はパワーコントロールのために使用される、請求項46に記載のTDDアンテナアレイS-CDMA通信システム。

5 2. 前記空間シグネチャ評価手段はさらに、

前記端末の各々に関連付けられるタイミングオフセット評価を得るための手段を含み、前記タイミングオフセット評価は前記端末の同期のために使用される、請求項1に記載のTDDアンテナアレイS-CDMA通信システム。

【発明の詳細な説明】

名称：スマートアンテナCDMA無線通信システム

発明の背景

この発明は、無線通信システムの分野一般に関し、特に、アンテナアレイを備えるスペクトラム拡散CDMA通信に関する。

将来の無線サービスの通信インフラストラクチャは、シームレスに相互動作しなければならない高速ネットワーク、中央基地局、および複雑性の異なる多様な遊動移動ユニットを含むであろう。能力および入手可能性などの基本的な問題に加えて、移動無線ネットワークにおいては、フェージングおよび干渉に対する耐性、システムの柔軟性および頑強性ならびに高速アクセスが重要になる。革新的な通信技術が、高性能パーソナル・コミュニケーション・サービス（PCS）システム（D. グッドマン（Goodman）、「セルラー通信およびコードレス通信におけるトレンド」（“Trends in Cellular and Cordless Communications”）（『IEEE Communications Magazine』1991年6月））の実現のため、戦略的に重要である。

PCSおよび他の無線通信システムでは、中央基地局は、複数の遠隔端末と通信する。いくつかの端末に同時サービスを提供するための従来の多重アクセス方式は、周波数分割多重アクセス（FDMA）方式および時分割多重アクセス（TDMA）方式である。FDMAおよびTDMA技術のもとになっている考えは、多数の端末に混信を引起すことなく対処できるよう、利用可能なリソースを多数の周波数またはタイムスロットに分割（スライス）するというものである。

信号を周波数ドメインまたはタイムドメインに分割するこれらの方式とは対照的に、符号分割多元接続（CDMA）では、符号化変調を使用することで共通の周波数およびタイムチャネルを多数のユーザが共有することが可能になる。CDMAは、帯域効率がよいことおよび干渉に強いことに加え、移動環境での動的なトラフィックパターンに対するその適応性のため、無線応用において大いに期待される。こうした本質的な利点のため、CDMAは無線通信のための包括的な次世代信号アクセス戦略と目される。しかし、クアルコム（Qualcomm）が開発したIS-95規格などの、現在の商用CDMA技術は依然実質的な運用上の問題を

抱えており、最も重要な問題は、端末の送信パワーの正確かつ迅速な制御に対する厳しい要求である。パワーコントロールの問題は同期式CDMA (S-CDMA) 技術を使用することで緩和されるであろうが、これによってたとえば同期などの他の問題が生じる。さらに詳しい情報については、M. K. シモン (Simon) 他『スペクトラム拡散通信ハンドブック』(“Spread Spectrum Communications Handbook”) (マグローヒル、1994年)、ブスタマンテ (Bustamante) 他に対する米国特許第5, 375, 140号「無線ダイレクトシーケンススペクトラム拡散デジタルセルラー電話システム」(“Wireless Direct Sequence Spread Spectrum Digital Cellular Telephone System”) (12/1994)、シリング (Schilling) に対する米国特許第5, 420, 896号「同期式スペクトラム拡散通信システムおよび方法」(“Synchronous Spread-Spectrum Communications System and Method”) (5/1995) を参照されたい。

周波数の割当量が固定されているとすると、一定のデータ速度での高信頼性通信のために利用可能なチャネル数に上限があることは周知である。したがって、上述の方式ではシステムの容量および性能を一定の範囲までしか向上させることができない。この限界を超えるためには付加的なリソースを割当てて必要がある。システムの容量および性能を向上させるための最も最近の試みでは、スペースダイバーシチの利用が試みられる。この新しい次元、すなわち空間 (スペース) は、多数のアンテナを用いることで適切に利用されるならば、原理的にはシステムの容量を著しく向上させることができる (S. アンデション (Andersson) 他「移動通信システム用適応アレイ」(“An Adaptive Array for Mobile Communication Systems”) (IEEE Trans. on Veh. Tec., Vol.4, No.1, pp230-236, 1991)、J. ウィンターズ (Winters) 他「無線通信システムの容量に対するアンテナのダイバーシチの影響」(“The Impact of Antenna Diversity on the Capacity of Wireless Communication Systems”) (IEEE Trans. on Communications, Vol.42, No.2/3/4, pp1740-1751, 1995))。可能な利点は他に、低電力消費、フェージングおよび干渉に対するより強い耐性、より効率的なハンドオフおよびプライバシーの向上を含む。以下、適応アンテナアレイを利用する無線通信システムをスマートアンテナシステムと呼ぶ。しかし、その将来性

にもかかわらずスマートアンテナの応用には多くの実際上の問題が存在する。多くの理由、主として既存の無線プロトコルの制限のために、最先端のアンテナアレイ技術を現在のシステムに組入れることは一般に困難である。

セクタ化、すなわち指向性アンテナの使用によって有効範囲をセクタに分割することは、容量および性能を高めるためにスペースダイバーシチを利用する直接的な方策の1つである。この分野については、S. ハットリ (Hattori) 他に対する米国特許第4, 955, 082号「移動通信システム」(“Mobile Communication System”) (1/1989)、T. シミズ (Shimizu) 他に対する米国特許第4, 989, 204号「セッション中にゾーンバウンダリを横切った時のデジタル移動局用高スループット通信方法およびシステム」(“High Throughput Communication Method and System for a Digital Mobile Station When Crossing a Zone Boundary During a Session”) (12/1989)、およびV. グラシアーノ (Graziano) に対する米国特許第4, 128, 740号「セルラーRF通信システム用アンテナアレイ」(“Antenna Array for a Cellular RF Communications System”) (13/1977) を含むかなりの数の研究および特許がある。セクタ化という方策は、単純ではあるが、常に変化しているトラフィックパターンの処理においては根本的な問題がある。結果的に、セクタ化では、ハンドオフが増え管理が複雑になるのに、容量の向上は限られたものでしかない。

移動通信の時間とともに変化する性質に対処するため、適応アンテナアレイ技術が研究されている。たとえば、K. ヤマモト (Yamamoto) に対する米国特許第4, 599, 734号「多方向時分割多重通信用スペースダイバーシチ通信システム」(“Space Diversity Communications System for Multi-Direction Time Division Multiplex Communications”) (4/1985)、D. F. バンツ (Bantz) に対する米国特許第5, 507, 035号「移動/屋内セルラー無線通信におけるダイバーシチ送信法」(“Diversity Transmission Strategy in Mobile/Indoor Cellular Radio Communications”) (4/1993)、C. ウィートリー (Wheatley) に対する米国特許第5, 437, 055号「屋内マイクロセルラー通信システムにおけるマルチパス・ダイバーシチのためのアンテナシステム」(“Antenna System for Multipath Diversity in an Indoor

Microcellular Communication System”) (7/1995) を参照。しばしば空間分割多重アクセス (SDMA) と呼ばれる最も大胆な方式では、多数の端末が異なった空間チャンネルを通じて1つの従来のチャンネル (周波数、時間) を共有することが可能になり、これによって、付加的な周波数を割当てることなくシステムの容量が増加する (S. アンデション他「移動通信システム用適応アレイ」 (IEEE Trans. on Veh. Tec., vol. 4, No.1, pp230-236, 1991)、R. ロイ (Roy) 他に対する米国特許第5, 515, 378号「空間分割多重アクセス無線通信システム」 (“Spatial Division Multiple Access Wireless Communication Systems”) (4/1996, U.S.Cl.)) 。

SDMAにおける鍵となる動作は、空間パラメータの評価、(基地局から遠隔端末への) ダウンリンクのための空間多重化および (遠隔端末から基地局への) アップリンクのための逆多重化 (デマルチプレクス) を含む。現在の無線システムのほとんどが、周波数分割二重 (FDD) 方式を採用しており、すなわち、アップリンクおよびダウンリンク用に異なった搬送波を使用するので (たとえばAMPS) IS-54、GSMなど)、基本的な物理的原理で、アップリンクの空間特性とダウンリンクの空間特性が実質的に異なるであろうことが決定される。その結果、SDMA方式の多くにおいて空間動作は端末の到着方向 (DOA) 情報に依存する。特に、空間多重化/逆多重化は、同一チャンネル信号を異なった方向に分割することで行なわれる。

現在のSDMA技術は理論的には正しいのだが、実用上は致命的な問題があり、中でも最も重要な問題が、(i) DOAおよび他の空間パラメータの評価のためのアルゴリズムの計算が面倒であること、(ii) 校正システムハードウェアに対する厳密な要求、(iii) 運動およびハードウェア/ソフトウェアの不完全性に性能が影響を受けやすいことである。第1の問題は、アップリンクとダウンリンクとが同一の伝搬パターンを有する時分割二重 (TDD) システム (たとえばCT-2およびDECT) においては緩和されるであろう。この場合、端末の空間シグネチャ、すなわち端末から送信される信号に対するアンテナアレイの応答をSDMAにおいて利用でき、個別のマルチパスパラメータは不要である。しか

し他の問題は残る。これらの問題は、無線でのSDMA、特に移動通信ネットワ

クでのSDMAの利便性を損いかねない。

上述の問題はアンテナアレイ固有のものではなく、むしろ既存の無線プロトコルに適合させるためスペースダイバーシチを厳格に利用することによるものである点を指摘しておく価値がある。本質的に極めて不安定であるスペースダイバーシチは、通信用の高信頼性チャネルを提供できない。既存のシステムにスマートアンテナを付け加えようとするいかなる試みも最適とはいえない結果、次善策にしか到達できないであろう。システムの観点からは、スマートアンテナを一体化された態様で含む最先端無線技術を利用する特別な設計の方式が明らかに必要である。この発明は、この要求を満たし上述のすべての問題に対する解決策を提供する。

発明の概要

この発明は、アンテナアレイを同期式CDMA技術および時分割二重(TDD)と統合する無線通信システムを含む。結果として得られる方式を、以下、スマートアンテナCDMA(SA-CDMA)と呼ぶ。この発明は、システムの容量および性能が向上することも含めて、従来技術のシステムおよび方法を超える数多くの利点を提供する。

無線システムにおける4つの設計上の課題は、柔軟性、品質、容量および複雑性である。SA-CDMAは、これらの課題すべてに対処する新規の方式である。この発明のSA-CDMAシステムは、動的移動環境における従来技術の適応性を根本的に限定するハードウェアおよび計算の面倒な動作を導入することなく、先行技術のアンテナアレイシステムの望ましい特徴のほとんどを持っている。

簡潔には、この発明によるSA-CDMAシステムは、複数のアンテナおよび複数のトランシーバを含むマルチチャネルトランシーバアレイを含む。マルチチャネルトランシーバアレイは、端末からマルチチャネルアップリンクS-CDMA信号の組合せを受信し、端末に向けてマルチチャネルダウンリンクS-CDMA信号を送信するよう適合される。マルチチャネルトランシーバアレイは時分割

二重態様で動作し、すなわち、第1の時間フレームの間に端末からマルチチャネルアップリンクS-CDMA信号の組合せを受信(RX)するよう適合され、第

2の時間フレームの間に端末に向けてマルチチャネルダウンリンクS-CDMA信号を送信(TX)するよう適合される。

システムはさらに、さまざまなアップリンクおよびダウンリンク通信機能を行なうための1つまたは2つ以上のデジタルプロセッサ(DSP)またはプロセッシングユニットおよび関連メモリを含む。1つまたは2つ以上のプロセッサは、マルチチャネルトランシーバアレイに結合される。1つまたは2つ以上のプロセッサは、空間プロセッサ、デスプレッダ(despreader)、変調器、復調器などの通信機能を実現するためメモリからのコードおよびデータを実行する。

空間プロセッサは、マルチチャネルトランシーバアレイに結合され、マルチチャネルアップリンクS-CDMA信号の組合せから、端末に関連する空間シグネチャ評価を決定する。空間プロセッサはまた、空間シグネチャ評価に基づきアップリンクビーム形成行列およびダウンリンクビーム形成行列を計算する。

復調器は、空間プロセッサおよびマルチチャネルトランシーバアレイに結合され、マルチチャネルアップリンクS-CDMA信号の組合せから端末からのアップリンクメッセージの評価を決定する。変調器は、端末に方向付けられるメッセージを送信するためマルチチャネルダウンリンクS-CDMA信号を発生する。

各端末は、CDMAアクセス方式による一意のPNコードシーケンスを含む。各端末についての空間シグネチャ評価を得るため、システムはマルチチャネルアップリンクS-CDMA信号の組合せをデスプレッド(despread)するため、デスプレッダを利用する。デスプレッダは、各々の端末のPNコードシーケンスを使用して、マルチチャネルアップリンクS-CDMA信号の組合せをデスプレッドし、マルチチャネルシンボルシーケンスを得る。空間プロセッサは、マルチチャネルシンボルシーケンスから最大信号パワーのシンボルシーケンスの1つを特定し、さらに、特定された最大信号パワーのシンボルシーケンスに関しマルチチャネルシンボルシーケンスを正規化するよう動作し、正規化されたマルチチャネルシンボルシーケンスを得る。次に正規化されたマルチチャネルシンボルシーケ

ンスの平均が、空間シグネチャ評価として計算される。

他実施例においては、空間プロセッサは、最大エネルギーのシーケンスを特定し正規格化するのではなく、マルチチャネルシンボルシーケンスのデータ共分散行列

を形成し、得られたデータ共分散行列の主固有ベクトルを空間シグネチャ評価として評価する。

空間プロセッサは、パワーコントロールおよび同期のために必要不可欠なパラメータを提供するのに加えて、必要に応じてDOA評価も提供できる。DOA情報は、端末と基地局との距離を反映するこれまでは利用できなかった遅延評価とともに、ソフトハンドオフおよび局所化において利用される。

上述の動作は、不当な複雑性を導入することなくコードのダイバーシチおよびスペースダイバーシチを同時に利用することを可能にする。その結果、特に迅速に変化していく移動システムにおいて通信の容量および品質が著しく向上する。

したがって、この発明は以下にまとめるいくつかの基本的な特性および利点を有する。

1. この発明のSA-CDMAシステムは、無線通信においてスペースダイバーシチおよびコードのダイバーシチの両方を利用するための効率的な高信頼性手段である。この新しい方式は、空間チャネルの動的な性質に対処し、最小限の複雑性で最適な性能の向上を達成する。
2. TDD動作は、個別のマルチパスパラメータにではなく空間シグネチャに基づいて直接ダウンリンクビーム形成を行なうことを可能にし、それによって、面倒なDOA評価および関連付けの必要をなくす。
3. S-CDMA信号の干渉に対する耐性とスマートアンテナの空間選択度とは互いに補い合い、それによって、ハードウェアおよびアルゴリズムの不完全性に対しより優れた耐性を提供し、パワーコントロールにおける厳格な要求を緩和する。
4. DOA情報に加え、各加入者の距離情報が、基地局において利用可能であり、「バトン」ハンドオフおよび局所化の実現が可能になる。

図面の簡単な説明

この発明の特徴および利点は、共通の参照符号を付す図面とともに以下の詳細な説明からより明らかとなるであろう。

図1は、従来のセクタ化アンテナアレイシステムとその制限を示す図である。

図2は、先行技術のSDMA無線システムとその制限を示す図である。

図3は、開示されるSA-CDMAがどのようにして従来技術の問題点を成功裡に克服するかを示す図である。

図4は、開示されるSA-CDMAシステムの、複数の端末へ/複数の端末からメッセージデータを通信するための主要機能モジュールを示す図である。

図5は、この発明によるベースバンドプロセッサの一実施例の図である。

図6は、この発明によるSA-CDMAシステムの一実施例のブロック図である。

図7は、この発明による空間プロセッサの一実施例のブロック図である。

図8は、この発明により開示されるSA-CDMAシステムの変調器の一実施例の図である。

図9は、この発明により開示されるSA-CDMAシステムの復調器の一実施例の図である。

図10は、この発明によるアップリンクフレームおよびダウンリンクフレームにおけるSA-CDMA動作の一実施例の図である。

図11は、この発明による空間シグネチャ評価動作の一実施例の図である。

図12は、この発明による空間シグネチャ評価動作の他実施例の図である。

好ましい実施例の詳細な説明

図1は、セクタ化アンテナを備える従来技術による無線システムとその不利点を示す。従来技術によるシステムは、複数の端末10、12および14、すなわち、無線通信用の端末を所有する複数の加入者を含む。システムはまた、マルチチャネルトランシーバアレイ40とベースバンドプロセッサ（図示せず）とを含む基地局を含む。異なった端末からの信号 s_1 、 s_1' 、 s_2 および s_3 は、あるセクタ内の異なった経路20、22、24および26から基地局へ到着するという事実を利用して、マルチチャネルトランシーバアレイ40は、有効範囲を多数の

セクタに分割するよう構成される。各セクタ内での指向性送受信の結果、電力消費が低減され、干渉の抑制が高まり、容量が上がる。原理的には、性能の向上は、形成されるセクタの数に比例する。しかし、実際には1つの端末から発するマルチパス反射（たとえば構造28から反射される経路20からの s_1 、および経路24からの s_1 ）は、同一のセクタ内にないかもせず物理的原理から過度に小さいセクタの設計は禁止されるので、常にそうだとはいえない。さらには、2つのセクタの境界の近傍に位置する端末12は、深刻な性能劣化を受けるかもしれない。同じ理由から、もしその応用が移動端末を含むのであれば、ハンドオフの問題もまた悪化するであろう。

図2は、同じ条件下で、同一チャネル信号が遠隔端末（10、12、14）と基地局のマルチチャネルトランシーバレイ（40）との間で異なった方向で通信されるSDMAシステムの基本原理を示す。この図の意図は、2つの端末（12、14）が近接して位置付けられるとき、すべてのDOAを評価し、予め定められたレベルを超えるよう同一チャネル信号（22、24）の空間分離を維持することが、実際上実行不可能となることを示すことである。さらに、たとえすべてのDOAを導出することができたとしても、同一のソースからのマルチパス反射の関連付けが重要である。

図3は、この発明のシステムおよび方法がどのようにして上述の問題を克服するかを示す。以下にさらに説明するように、この発明は、複数の端末へ／複数の端末からメッセージデータを通信するための時分割二重（TDD）アンテナアレイ同期式符号分割多元接続（S-CDMA）通信システムを含む。開示されるS-CDMA方式により、各信号が干渉に対し固有の耐性を有するように、直交コードが遠隔端末（10、12、14）に割当てられる。SDMAと同様、マルチチャネルトランシーバレイ（40）と端末（10、12、14）との間の通信において空間ビーム形成が利用される。しかし、鍵となる相違点の1つは、使用されるCDMAアクセス方式のため、同一チャネル信号が空間において完全に分離されなくてもよいという点である。図示を目的として、別個のコードワード

を備える重なり合ったビームパターンを表わすため異なった線種を使用する。先行技術のSDMA方式とは対照的に、SA-CDMAにおいては、CDMAにより干渉に対する耐性が与えられるため、一端末において同一チャネル信号が許容される。結果的に、空間動作の要求が著しく緩和される。干渉をなくすのではなく抑制するためのビーム形の適切な設計によって、実質的な性能の向上が頑強で

複雑性の少ない動作により達成できる。アンテナアレイを使用して干渉を抑制し高信頼性性能向上を提供する能力は、SA-CDMAのこの発明に固有のものである。

図4は、この発明の好ましい実施例によるより開示されるSA-CDMAシステムの主要機能モジュールを示すブロック図である。上述のように、この発明は、複数の端末へ/複数の端末からメッセージデータを通信するための時分割二重（TDD）アンテナアレイ同期式符号分割多元接続（S-CDMA）通信システムを含む。図4に示すように、基地局とも呼ばれるこのシステムは、1つまたは2つ以上のベースバンドプロセッサ42に結合されるマルチチャネルトランシーバアレイ40を含む。マルチチャネルトランシーバアレイ40は、複数の端末1～Pと無線通信を行なうよう適合される。端末1～Pは、加入者により無線通信に使用される遠隔通信ユニットを含む。これによって、各々端末を有する複数の加入者は無線態様で通信できる。各端末は、CDMA通信用の一意の擬似雑音（PN）信号またはPNコードシーケンスを備えるよう構成される。図4に示す基地局またはシステムはまた、基地局と通信可能な各端末用のPNコードシーケンスを含む。

ベースバンドプロセッサ42はさらに、公衆網54に結合され、公衆網は、他の端末との通信のための他の基地局を含む。公衆網はまた、他の有線ネットワークまたは無線ネットワークならびに公衆交換電話回線網（PSTN）を含む。このようにして、公衆網54への接続により、図4に示す端末1～Pは、他の基地局との無線通信によって端末と、またはPSTNなどの有線ネットワークに接続される個人もしくは加入者と通信できる。

マルチチャネルトランシーバアレイ40は、複数のアンテナおよび複数のトラ

ンシーバを含む。マルチチャネルトランシーバアレイ 40 は、端末からマルチチャネルアップリンク S-CDMA 信号の組合せを受信し、端末に向けてマルチチャネルダウンリンク S-CDMA 信号を送信するよう適合される。マルチチャネルトランシーバアレイ 40 は、時分割二重態様で送受信するよう適合される。つまり、マルチチャネルトランシーバアレイ 40 は、第 1 の時間フレームの間に端末からのマルチチャネルアップリンク S-CDMA 信号の組合せを受信するよう

適合され、かつ、第 2 の時間フレームの間に端末に向けてマルチチャネルダウンリンク S-CDMA 信号を送信するよう適合される。

したがって、図示するように、SA-CDMA システムは複数の端末（端末 #1 ~ #P）へ／からメッセージデータを通信するためのものである。マルチチャネルトランシーバアレイ 40 は、現在の技術におけると同様複数のコヒーレントトランシーバによって無線周波数（RF）からベースバンドへの変換を実現する。ベースバンドプロセッサ 42 は、マルチチャネルトランシーバアレイ 40 に結合され、空間パラメータ評価、アップリンクビーム形成およびダウンリンクビーム形成、ならびに CDMA 変調および復調などのすべてのベースバンド動作を行なう。ベースバンドプロセッサ 42 は以下にさらに詳細に説明される。復調されたメッセージは公衆網（54）へと経路付けられ、公衆網はまた現在行なわれているのと同様端末に方向付けられるメッセージを提供する。

図 5 は、ベースバンドプロセッサハードウェアの一実施例を示す。好ましい実施例において、ベースバンドプロセッサ 42 は、1 つまたは 2 つ以上のデジタル信号プロセッサ（DSP）44、46 および 48 ならびに関連付けられる 1 つまたは 2 つ以上のメモリ 62、64 および 66 を含む。メモリ 62、64 および 66 は、ベースバンド機能を行なうため 1 つまたは 2 つ以上の DSP 44、46 および 48 により実行可能なコードおよびデータをストアする。つまり、1 つまたは 2 つ以上の DSP 44、46 および 48 は、すべてのベースバンド機能を実現するため、メモリユニット 62、64 および 66 内にストアされるプログラムコードを実行する。システム動作は専用マイクロコントローラ 68 により管理されることが好ましい。異なったタスクは、専用 DSP を使用してまたはタスクシェ

アリングによって実現されてもよい。一実施例においては、ベースバンドプロセッサ42は単一のDSPおよび単一のメモリを含む。好ましい実施例においては、ベースバンドプロセッサ42は複数のDSPおよび複数のメモリを含む。ベースバンドプロセッシングは、さまざまな他の態様で、たとえば1つまたは2つ以上の汎用CPU、1つまたは2つ以上のプログラミングされたマイクロコントローラ、個別の論理、またはそれらの組合せを使用するなどして実現されてもよい。

図6は、SA-CDMAシステムの一実施例のブロック図である。図示するよ

うに、マルチチャネルトランシーバアレイ40は空間プロセッサ60および復調器50に出力を提供するよう結合される。空間プロセッサ60および復調器50はまた、互いに結合されていることが好ましい。マルチチャネルトランシーバアレイ40は変調器52からの入力を受信する。空間プロセッサ60は変調器52へ出力を提供する。復調器50は公衆網54に出力を提供し、公衆網54は続いて出力を変調器52に与える。図5に関して説明したように、好ましい実施例においては、1つまたは2つ以上のDSP44、46および48ならびに関連付けられる1つまたは2つ以上のメモリ62、64および66がさまざまなベースバンド機能を実現する。このように、図6においては、空間プロセッサ60、復調器50および変調器52は、上述のように1つまたは2つ以上のプログラミングされたDSPを含むことが好ましい。しかし、空間プロセッサ60、復調器50および変調器52の1つまたは2つ以上は、当分野で既知のように、たとえばプログラミングされたCPUまたはマイクロコントローラおよび/または個別の論理などの他の態様で実現してもよいことに留意されたい。

再び図6を参照して、アップリンクフレームの間に、マルチチャネルトランシーバアレイ40は、スーパーインポーズされたアップリンク信号をベースバンドにダウンコンバートできるよう、受信モードに設定される。結果として得られるマルチチャネルアップリンクS-CDMA70の組合せは、空間プロセッサ60および復調器50に送られる。空間プロセッサ60の機能は、空間シグネチャの評価、端末のアップリンクパワーおよびタイミングオフセットの決定、ならびにアップリンクおよびダウンリンクビーム形成行列またはベクトルの計算を含む。

本開示においては、「行列」という語は、行列およびベクトルの両方を含むよう意図され、ベクトルと行列という語は交換可能なものとして使用される。空間シグネチャ評価は、端末およびマルチチャネルトランシーバアレイ40それぞれの伝達関数または伝達特性を含む。

復調器50および変調器52は、空間プロセッサに結合され、ベースバンドビーム形成ならびにS-CDMA変調および復調を実現する。特に、復調器50の主要機能は、各端末からの信号を構成的に組合せアップリンクビーム形成行列および空間プロセッサにより与えられる他の情報を使用してアップリンクメッセー

ジを回復することである。この発明の一実施例においては、空間処理および変調／復調はバッチモードで実現され、マルチチャネルトランシーバアレイからの測定値70は、アップリンクフレーム内のすべてのデータが集められるまでは処理されない。他実施例においては、適応アルゴリズムが使用され、復調器50と空間プロセッサ60との間で情報74が連続的に交換される。復調後、復調されたアップリンクメッセージ80は用途に依存して公衆網54へと経路付けられる。

アップリンクフレーム後、マルチチャネルトランシーバは送信モードに切換えられる。端末に方向付けられるメッセージ82が同じく公衆網54から得られる。前の空間シグネチャ評価に基づいて計算されたダウンリンクビーム形成行列78が空間プロセッサ60により変調器52へ与えられる。変調器52はすべてのダウンリンクメッセージ82を変調し、マルチチャネルトランシーバアレイ40により送信されるべき複合マルチチャネルダウンリンクS-CDMA信号72を生成する。一実施例において、変調は、各信号のコード変調とそれに続くダウンリンクビーム形成およびデジタル合成を含む。得られた複合デジタル信号には次にパルス整形およびデジタルアナログ変換が行なわれる。他実施例においては、コード変調、ビーム形成およびデジタル合成はウォルシュ直交符号の利用を前提に高速アダマール変換を使用して1ステップにおいて実現される。さらに他の実施例では、D/A変換は異なった端末に向けられる個別のメッセージ信号について実行され、結果として得られる信号を複合させるためアナログコンバイナが使用される。

図 7 は、空間プロセッサ 60 を含む機能ブロックを示すより詳細なブロック図である。空間プロセッサ 60 はアップリンクおよびダウンリンクビーム形成動作を制御する。空間プロセッサ 60 は、レシーバアレイからの測定値である入力 76 を受信する。例示の実施例においては、空間プロセッサ 60 はまた復調器 52 内のデスプレッドにより与えられる各端末に対するデスプレッドされたマルチチャネルシンボルシーケンス 74 を含む入力を受信する。空間プロセッサ 60 は、空間シグネチャの評価に専用される空間シグネチャ評価器 90 を含む。一実施例では、端末それぞれの空間シグネチャは、端末に関連付けられるマルチチャネルシンボルシーケンスのデータ共分散行列の主固有ベクトルとして計算される。他

実施例においては、最大エネルギーを備えるシンボルシーケンスが、マルチチャネルシンボルシーケンスから特定され、次にマルチチャネルシンボルシーケンスはこの特定されたシンボルシーケンスに関し正規化される。得られた正規化されたマルチチャネルシンボルシーケンスの平均が空間シグネチャ評価として計算される。

好ましい実施例では、空間プロセッサ 60 はまた、端末のアップリンクパワーおよびタイミングオフセットなどの信号パラメータを評価する専用パラメータ評価器 92 を含む。必要に応じて、パラメータ評価器 92 はまた、位置特定 (geolocation) およびハンドオフにおいて使用できる DOA 評価を与える。このように、パラメータ評価器 92 は空間シグネチャ以外の信号パラメータを評価する。

空間プロセッサ 60 は、空間シグネチャ評価器 90 に結合される RX ビーム形成コントローラ 96 および TX ビーム形成コントローラ 94 を含む。RX ビーム形成コントローラ 96 および TX ビーム形成コントローラ 94 は、アップリンクビーム形成行列およびダウンリンクビーム形成行列を計算する。RX ビーム形成コントローラ 96 および TX ビーム形成コントローラ 94 の出力は次に空間ビーム形成のため復調器 50 および変調器 52 を通る。

一実施例では、従来技術において周知の相関器を使用してレシーバの出力からタイミングオフセットが評価される。これはサンプリング速度がチップ速度よりも十分に速い条件下では適切である。第 2 の実施例では、タイミングオフセット

の分解度の高い評価を行なうため部分空間タイミング評価アルゴリズムが使用される。部分空間タイミング評価アルゴリズムのさらなる情報については、E. ストロム (Strom) 他「非同期ダイレクトシーケンス符号分割多元接続システムにおける伝搬遅延評価」(“Propagation delay estimation in asynchronous direct-sequence code-division multiple access systems”) (“IEEE Trans. on Communications,” Vol. 44, No.1, pp. 84-93, 1996) を参照されたく、これはこの全体として引用により援用される。

アップリンクパワーおよびDOAの評価は、空間シグネチャの評価に基づいて行なわれ得る。一実施例においては、アップリンクパワーは、それぞれの端末に

関連付けられるマルチチャネルシンボルシーケンスのデータ共分散行列の主固有ベクトルとして計算される。他実施例では、アップリンクパワーは、それぞれの端末に関連付けられるビーム形成シンボルシーケンスの二次平均 (quadratic mean) として評価される。一実施例では、DOAは、個別の空間シグネチャにビーム形成を行なう事で決定される。他実施例では、マルチチャネルシンボルシーケンスの共分散行列に高分解DOA評価アルゴリズムが直接適用される。さらに他の実施例では、適応パワーおよびDOA評価法をこれらのパラメータの変数をトラッキングするため適合できる。DOA評価は、タイミングオフセットと関連付けて使用されると、端末を位置特定するための距離および方向情報を与え、それによって、異なったセル間でのハンドオフを容易にするため使用され得る。

このように、空間プロセッサ60は、空間シグネチャ評価などの機能を行ない、すべての端末に対しアップリンクおよびダウンリンクビーム形成行列およびベクトルを構成し、端末のアップリンクパワーおよびタイミングオフセットなどの信号パラメータを評価する。

図8は、この発明による変調器50の例示的实施例を示す。変調器50は、基地ユニットと通信可能な端末の数に基づいて複数のスプレッド150を含む。図8に示す実施例では、端末に向けられる信号80、たとえば、端末1からPに対する $s_1(k)$ から $s_p(k)$ は、それぞれ、まずPNコード発生器102により与えられるPNコードシーケンス140、142を使用してスプレッド150、

152によりスプレッドされる。1組のダウンリンクビーム形成器154、156がスプレッドに結合され、ダウンリンクビーム形成行列(w_{11}^T から w_{p1}^T)を使用して、得られたチップシーケンス160、162に重み付けをする。SA-CDMA変調器50の最終ステップは、ビーム形成されたシーケンスを組合せマルチチャネルダウンリンクS-CDMA信号168を生成することである。これはこの実施例ではデジタルコンバイナ158により達成される。

SA-CDMA復調器52の一実施例を図9に示す。復調器52の構成は、変調器50の構造の逆になっている。デスプレッド98、100が(レシーバとして構成される)マルチチャネルトランシーバアレイに結合され、PNコード発生器102により与えられるPNコードシーケンスを使用して各端末に対しマルチ

チャネルアップリンクS-CDMA信号82をデスプレッドする。デスプレッドの出力は異なる端末に対するマルチチャネルシンボルシーケンス122、124である。各端末に対し、アップリンクビーム形成器104または106が、その端末に対するマルチチャネルシンボルシーケンスを与えるデスプレッドに結合される。アップリンクビーム形成器は、対応するマルチチャネルシンボルシーケンスをそれに関連付けられるアップリンクビーム形成行列(w_{11}^T から w_{p1}^T)を使用して組合せることで、エンハンスされた信号126、128を得る。ビーム形成出力126、128は、検出器108、110を通され、そこで従来技術と同様に端末からのメッセージデータ($s_1(k)$, ..., $s_p(k)$)が検出される。

上述の変調および復調方式は、ハードウェアの非平衡のない理想的なマルチチャネルトランシーバを仮定している。実際にはハードウェアの不完全性があることは避けられない。この問題に対処するため、通常、システム校正が必要である。この開示を通じ、レシーバ回路の補償は空間シグネチャの評価前に行なわれ、トランスミッタ回路の補償はマルチチャネルダウンリンクS-CDMA信号の送信前に行なわれるものと仮定する。

発明の動作

この発明のSA-CDMAシステムのブロック構造を説明してきたが、次にこの発明の動作をより詳細に説明する。

TDD通信の現在の実施においては、遠隔端末からのアップリンク信号はアップリンクフレームの間に基地局により受信される。基地局は、メッセージ信号を復調し、用途に依存して、それらを交換し端末に送り返すかまたはネットワークへと中継する。アップリンクフレームの直後にダウンリンクフレームがあり、ここで基地局は変調されたメッセージを端末に送る。この発明は上述のものと同じ二重フォーマットを適用する。

図10は、開示されるTDDスマートアンテナCDMAシステムの例示的動作フロー図である。アップリンクフレームの受信から始まって、マルチチャネルトランシーバレイ40からの出力がまず他の動作の前にレシーバ回路の校正行列またはベクトルにより補償される。一旦レシーバのハードウェアの非平衡が補償

されると、アップリンクS-CDMA信号の組合せがデスプレッドされて、異なる端末に対するマルチチャネルシンボルシーケンスが生成される。上述のように、アップリンクS-CDMA信号の組合せは、各端末に対しPNコードシーケンスを使用して各端末に対してデスプレッドされる。デスプレッド後に、得られた信号は空間シグネチャ評価が行なわれる。空間シグネチャ評価は、各端末と基地局との間の伝送経路の伝達関数または伝達特性を決定するため行なわれる。アップリンクフレームの間に、次のダウンリンクフレームにおいて使用できるようにダウンリンクビーム形成行列が構成される。各端末に対するダウンリンクビーム形成行列は、好ましくは、それぞれの端末各々についての空間シグネチャ評価に基づいて構成される。好ましい実施例では、アップリンクビーム形成、復調およびパラメータ評価などの他のRX動作は、アップリンクフレーム中に完了しなくともよい。

アップリンクが完了すると、遠隔端末に向けられるメッセージデータはまず従来のS-CDMAシステムにおけると同様変調される。計算されたダウンリンクビーム形成行列を使用してダウンリンクビーム形成が行なわれる。ベースバンドTX処理を完了するため、ビーム形成された信号がすべて組合せられ、トランスミッタのハードウェアの非平衡が補償される。得られた信号は次に端末への送信のためのマルチチャネルトランスミッタへ与えられる。上述の手順がTDD態様で

繰返される。

動作の詳細について、M個のコヒーレントトランシーバに接続されるM個のアンテナを備える基地局システムを考える。アップリンクフレームの間に、基地局のトランシーバは受信モードに設定され、P個の端末からのスーパーインポーズされた信号がレシーバアレイによってダウンコンバートされサンプリングされる。図示の目的で、遠隔端末からK個のシンボルが送信されると仮定する。各シンボルは、前もって割当てられたPNコードシーケンスに基づいてL個のチップへとスプレッドされる。 $y_m(k, n)$ が、m番目のレシーバからのk番目のシンボル期間の間のn番目のサンプルを意味するとすれば、 $s_i(k)$ がi番目の端末からのk番目のシンボルを意味し、 $p_i(k, n)$ $n=1 \dots L$ がk番目のシンボルに対するスプレッドPNコードを意味し、 $a_{i,m}$ がi番目の端末からの信号に

対するm番目のアンテナの複合応答を意味し、 $e_m(k, n)$ が全体の干渉の反復を意味するとすれば、

$$y_m(k, n) = \sum_{i=1}^P a_{i,m} s_i(k) p_i(k, n) + e_m(k, n),$$

である。すべてのアンテナからの $a_{i,m}$ 、すなわち $a_i = [a_{i,1} \dots a_{i,M}]^T$ は、i番目の端末と基地アンテナアレイとの空間特性を表わす空間シグネチャを構成する。伝搬チャネルが、長い遅延マルチパスを備える周波数選択性のものである場合には、空間シグネチャは、チャネルのメモリの効果を表わすためベクトルではなく行列となる。さらなる情報については、H. リュウ (Liu) およびM. ソルトスキ (Zoltowski) 「アンテナアレイCDMAシステムでのブラインド等化」(“Blind Equalization in Antenna Array CDMA Systems”) (IEEE Trans. on Signal Processing, 1997年1月)、D. ジョンソン (Johnson) およびD. ダドゲン (Dudgen) 『アレイ信号処理、概念および技術』(“Array Signal Processing, Concepts and Techniques”) (Prentice Hall, 1993)を参照されたい。簡潔にするため、ここでの説明は周波数非選択性チャネルに限定し、ベクトル空間シグネチャに基づいてすべてのSA-CDMA動作を説明する。

復調の目的は、各端末からの情報を運ぶメッセージデータ、すなわち $s_i(k)$ を、関連付けられるPNコードシーケンスおよび空間シグネチャを利用して回復することである。この達成のため、端末の空間シグネチャを評価する必要があり、したがって、空間ビーム形成のためのアップリンクおよびダウンリンクビーム形成行列（この場合はベクトル）を計算する必要がある。

図1-1は、評価手順の一実施例の図である。各端末について、 $y_m(k, n)$ 、 $m=1, \dots, M$ 、に対しまずデスプレッドが行なわれる。もし $s_i(k)$ が所望の信号(SOI)であれば、このデスプレッドを数学的に

$$x_m^i(k) = \sum_{n=1}^L y_m(k, n) p_i(k, n), m=1, \dots, M$$

と表現できる。すべてのアンテナからの $x_m^i(k)$ をベクトルの形で合せると、

$$x^i(k) = [x_1^i(k) \dots x_M^i(k)]^T$$

となり、ただしTは転置を示す。デスプレッドに続いて、各シンボルシーケンス

の信号パワーが、 $\sum_k |x_m^i(k)|^2, m=1, \dots, M$ として計算される。空間シグネチャ評

価は、次の正規化されたマルチチャネルシンボルシーケンスを要素平均すること
で得られる。

$$x^i(k)/x_m^i(k) = ([x_1^i(k) \dots x_M^i(k)]^T / x_m^i(k)), k=1, \dots, K$$

ただし、 m は最大信号パワーのシンボルシーケンスの指数である。

代替的に、図1-2に示す他実施例では、端末 i のマルチチャネルシンボルシーケンスを

$$R_{x^i} = \sum_{k=1}^N x^i(k) x^{i*}(k)$$

としてデータ共分散行列が形成される。

i 番目のユーザの空間シグネチャ $a_i = [a_{i1} \dots a_{iM}]^T$ は、上述の共分散行列の主固有ベクトルとして容易に決定される。固有分解(EVD)および特異値

分解 (SVD) などの周知の数学的手法を使用できる。計算の面倒な動作を導入することなく端末の空間シグネチャを正確に特定する能力は、この発明に固有のものである。

一旦空間シグネチャ評価が利用可能となると、RXビーム形成コントローラ96はアップリンクビーム形成行列またはベクトルの構成を始める。

$$w_i^T = [w_i^T(1) \dots w_i^T(M)]^T, i = 1, \dots, P$$

得られた行列またはベクトルは、以下のような各端末に対するビーム形成されたシンボルシーケンスを形成するためマルチチャネルシンボルシーケンス内のすべてのシンボルシーケンスを組合せるため使用される。

$$\hat{s}_i(k) = \sum_m^M w_i^T(m) x_m^i(k) \quad i = 1, \dots, P$$

上述のアップリンクビーム形成の詳細については、D. ジョンソンおよびD. グラドグレンの『アレイ信号処理、概念および技術』(Prentice Hall, 1993)を参照されたい。

デスプレッドおよびアップリンクビーム形成のため、 \hat{s}_i の信号対混信比(SI

R)が著しく増加する。その結果、無線通信の容量および品質が比例して向上す

る。次にエンハンスされた信号は、従来技術において周知のように検出のため信号検出器(108、110)に送られ得る。

一実施例では、少なくとも端末の一部分については、アップリンクビーム形成ベクトルは端末の空間シグネチャ評価と同一である。他実施例では、よりよい結果が出るよう信号対混信および雑音比(SINR)が最大のアップリンクビーム形成ベクトルを構成できるよう、他の空間パラメータと同様に雑音特性を考慮する。さらに他の実施例では、アップリンクビーム形成ベクトルは、端末についてのビット誤り率(BER)を最小にするよう設計される。上述の機能を実現するためさまざまな技術を利用できる。

同様に、送信ビーム形成ベクトルは空間シグネチャ評価に基づいてTXビーム

形成コントローラ 94 により構成される。再び一実施例では、少なくとも端末の一部分に関しては、ダウンリンクビーム形成ベクトルはその対応する空間シグネチャ評価と同一である。よりよい性能となるようダウンリンクビーム形成ベクトルを設計するため、たとえば最大 SINR および最低 BER などの異なった基準を使用したより洗練されたアルゴリズムを用いることもできる。

受信に続いて、マルチチャネルトランシーバは送信モードとなるよう構成される。遠隔端末に方向付けられるシンボルシーケンスは現在の S-CDMA システムにおいて行なわれているように符号変調され、次にトランスミッタに与えられる前にビーム形成され組合される。好ましい実施例では、上述の機能はデジタル方式で実現される。m 番目のトランスミッタから送信される m 番目の信号シーケンスは、数学的に

$$y_m(k, n) = \sum_{i=1}^P w_i^t(m) s_i(k) p_i(k, n)$$

として表現でき、各シンボル $s_i(k)$ (簡潔にするためアップリンクと同じ表示を使用して示す) は予め定められた PN コードシーケンス $p_i(k, n)$ を使用してスプレッドされ、 $w_i^t(m)$ は i 番目の端末に対する m 番目のダウンリンクビーム形成係数である。

上述のダウンリンクビーム形成の詳細については、D. ジョンソンおよび D. ダドゲンの『アレイ信号処理、概念および技術』(Prentice Hall, 1993) を

参照されたい。前掲の式においてはアップリンクにおける同じ PN コードが使用されているがこれはこの発明の限定ではない。

トランスミッタアレイに $y_m(k, n)$, $m=1, \dots, M$ を与えることで、各メッセージはダウンリンクビーム形成ベクトル $w_i^t = [w_i^t(1) \dots w_i^t(M)]$ により決定される異なった空間チャネルを通じて送られる。各メッセージはまた、それを他のメッセージと区別するため個別のコードシーケンスにより表わされる。この態様で、コードおよび空間に対し選択性の伝送が達成される。簡単で頑強な動作によって性能を最大にする能力はこの発明に固有のものである。

上述の手順は、この発明によるSA-CDMA方式のバッチモードでの実施例である。他実施例では、空間シグネチャ評価、ビーム形成ベクトル構成、アップリンクビーム形成およびダウンリンクビーム形成は、従来技術で周知の適応部分空間トラッキングおよび再帰的ビーム形成などの適応アルゴリズムを使用している。さらに洗練された実施例では、さらに性能を高めるため端末から基地局へと空間ビーム形成の効力をフィードバックできる。

上述の説明は、SA-CDMAシステムにおける2つの基本動作、すなわち変調および復調に関係する。基本的送受信動作のためにビーム形成ベクトルを与えるのに加えて、空間プロセッサ60はまた、高信頼性無線リンクを維持するために必要な信号パラメータを提供する。特に、パラメータ評価器(92)は各端末に関連付けられるアップリンクパワーおよびタイミングオフセットを決定する。パワー評価は閉ループパワーコントロール用に使用でき、一方タイミングオフセット評価は同期のために必要とされる。

一実施例では、タイミングオフセットは、受信される信号を異なった遅延で端末のPNコードシーケンスに相関させ、相関器の出力のピークを位置決定することにより評価されるが、この技術は従来技術で周知である。次にタイミングオフセットは次の送信フレーム中にこの端末へと同期のためフィードバックされる。

タイミング調整と比較すると、パワーコントロールは、チャネルの変化が移動環境においては速いであろうからより頻繁に行なわれなければならない。一実施例では、端末に対するパワー評価としてマルチチャネルシンボルシーケンスの二

次平均 $\bar{x}^1(k)$ を使用できる。他実施例では、共分散行列 R_{x_i} の主固有ベクトル

が送信パワーのより正確な評価を与える。他実施例では、アップリンクパワーは

ビーム形成されたシンボルシーケンス \hat{s}_i の二次平均として評価される。さらに他

の実施例では、ビーム形成器の出力のパワーの雑音寄与を考慮することでより正確なパワー評価が達成できる。

1番目の端末に関連付けられる共分散行列 R_{x_i} および/または空間シグネチャ

a_1 はすべてのその空間情報を含み、したがってDOA、マルチパス反射の数などの詳細な空間パラメータを提供できる。当分野で周知のさまざまな技術を利用できる。レシーバの出力の共分散行列を利用する従来の方策と対照的なのは、各端末の空間パラメータの評価が2段階で達成される事実である。第1の段階は、各端末に対する空間情報を共分散行列または空間シグネチャ評価に分離させ、第2の段階はこれらの評価に基づいて詳細な情報を与える。この態様において、一段階において評価されねばならないDOAの総数が、1端末に関連付けられるものに著しく減じられ、より正確な評価につながり、それに関連しての面倒な問題が回避される。

DOA評価は、端末の正確な位置決定情報を与えるため、タイミングオフセット評価に関連して使用できる。端末の方向および距離情報の両方を与える能力は、この発明に固有のものである。このような情報は、位置決定情報を必要とするハンドオフおよび他のサービスを容易にするため使用できる。DOA評価が空間シグネチャ評価を使用して直接に得られるという事実はまた、この発明を最小限の変更のみで現在のおよび将来のFDD S-CDMAシステムに応用することを可能にする。

上述の説明は一定の指定を含んでいるが、これらはこの発明の範囲を限定するものととられてはならず、この発明の好ましい実施例および応用の一例ととられねばならない。この発明の範囲または精神から逸脱することなくこの発明のスマートアレイS-CDMA通信システムおよび方法にさまざまな変更を加えることができることは当業者には明らかであろうし、この発明が添付の請求の範囲およびその均等物に包含されるアンテナアレイ通信システムおよび方法の変形例および修正例を包含するものと意図される。

【図1】

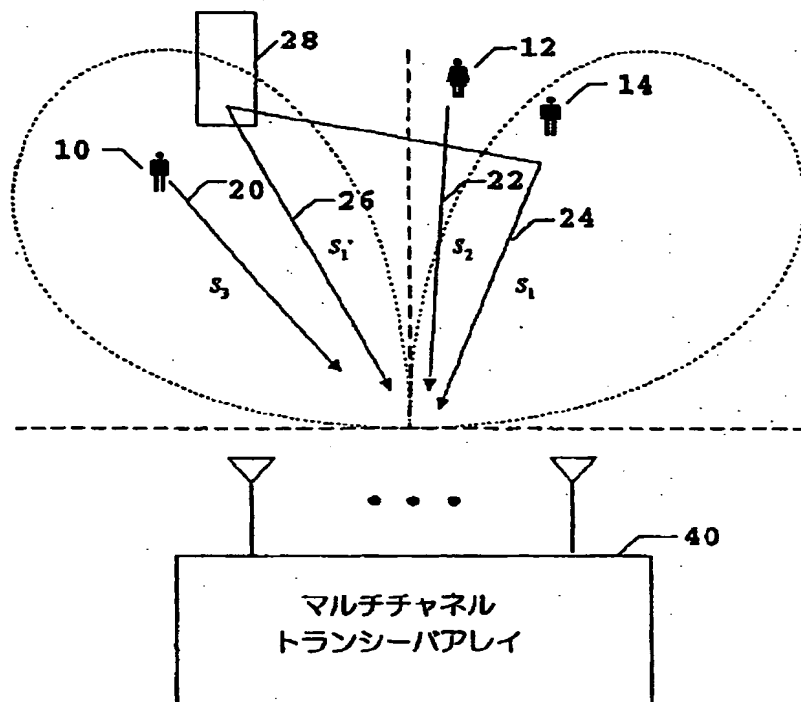


Fig. 1 PRIOR ART

【図2】

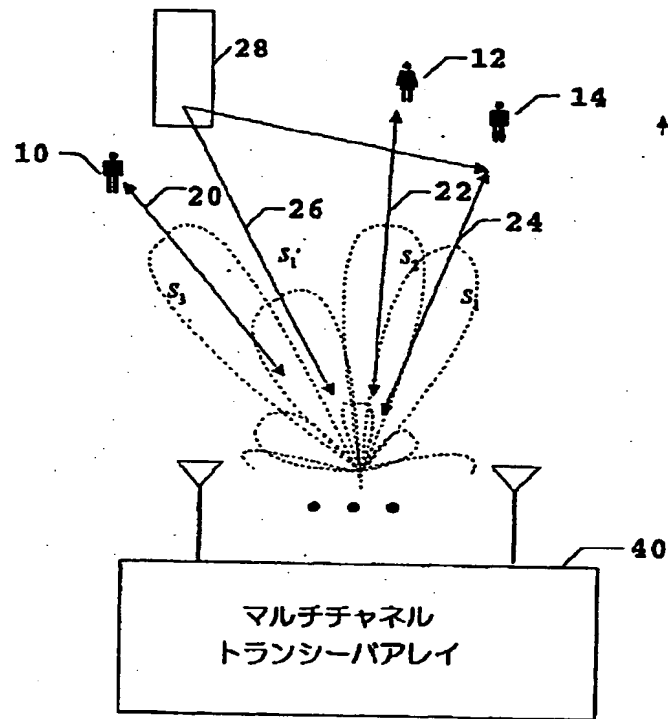


Fig.2 PRIOR ART

-44-

【図4】

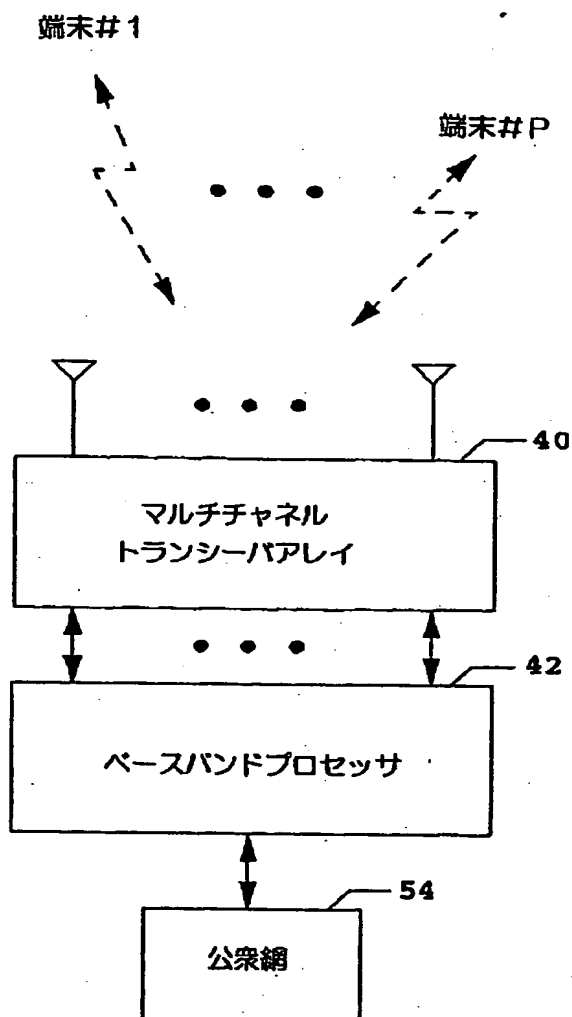


Fig. 4

【図5】

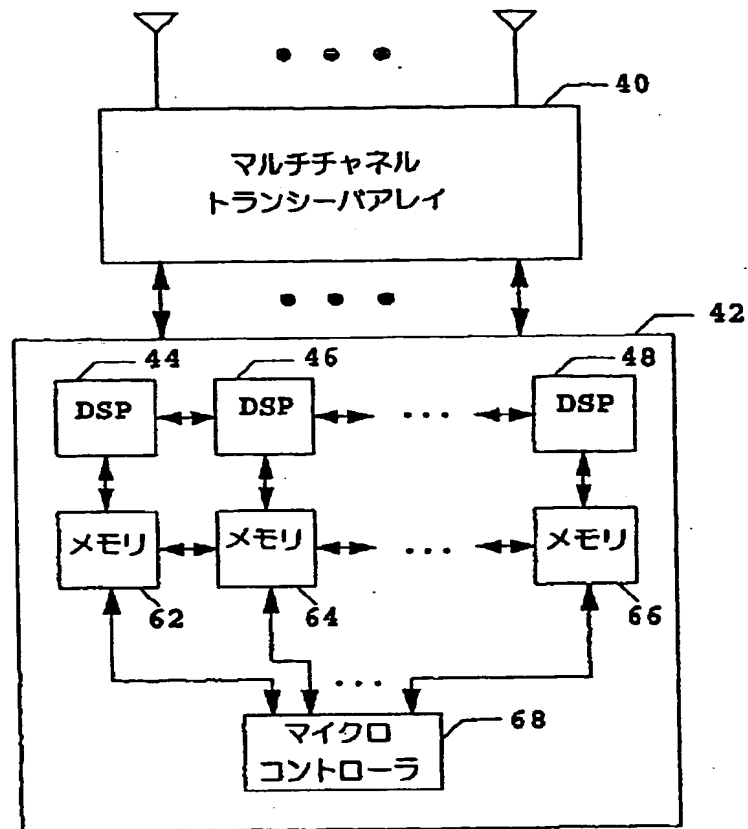


Fig. 5

【図6】

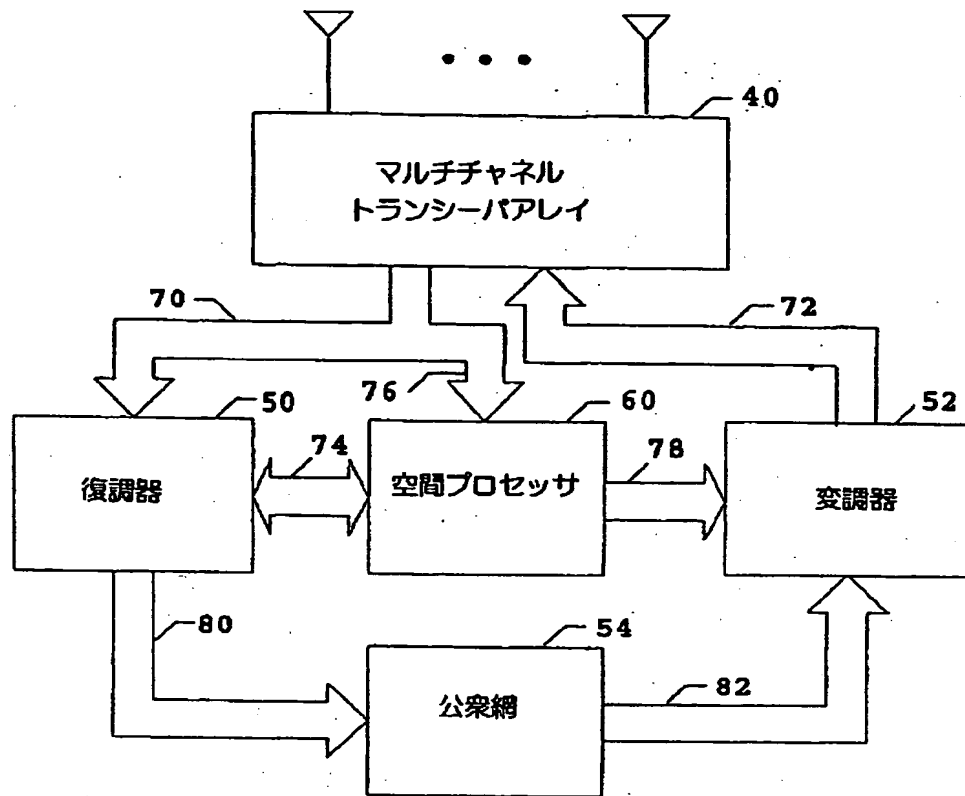


Fig. 6

【図7】

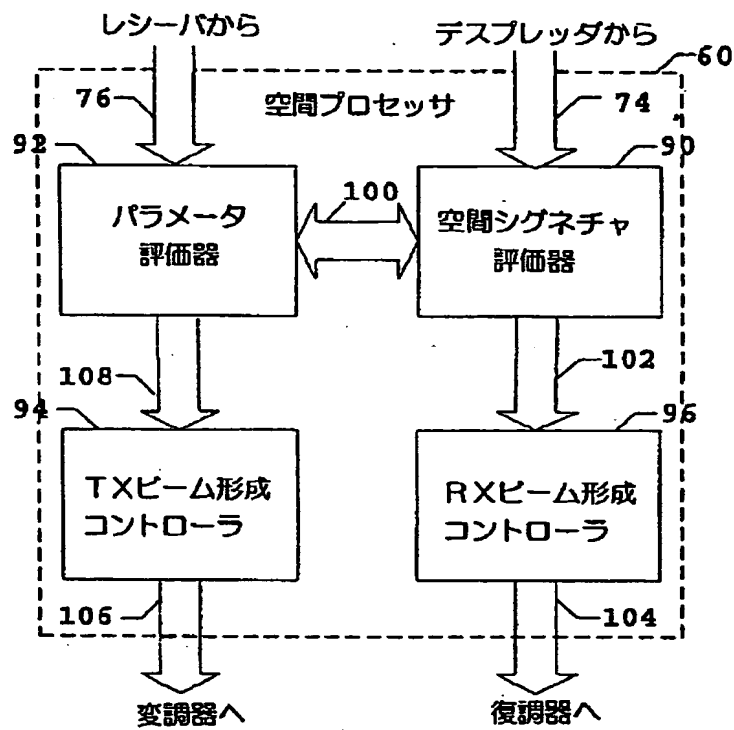


Fig. 7

【図8】

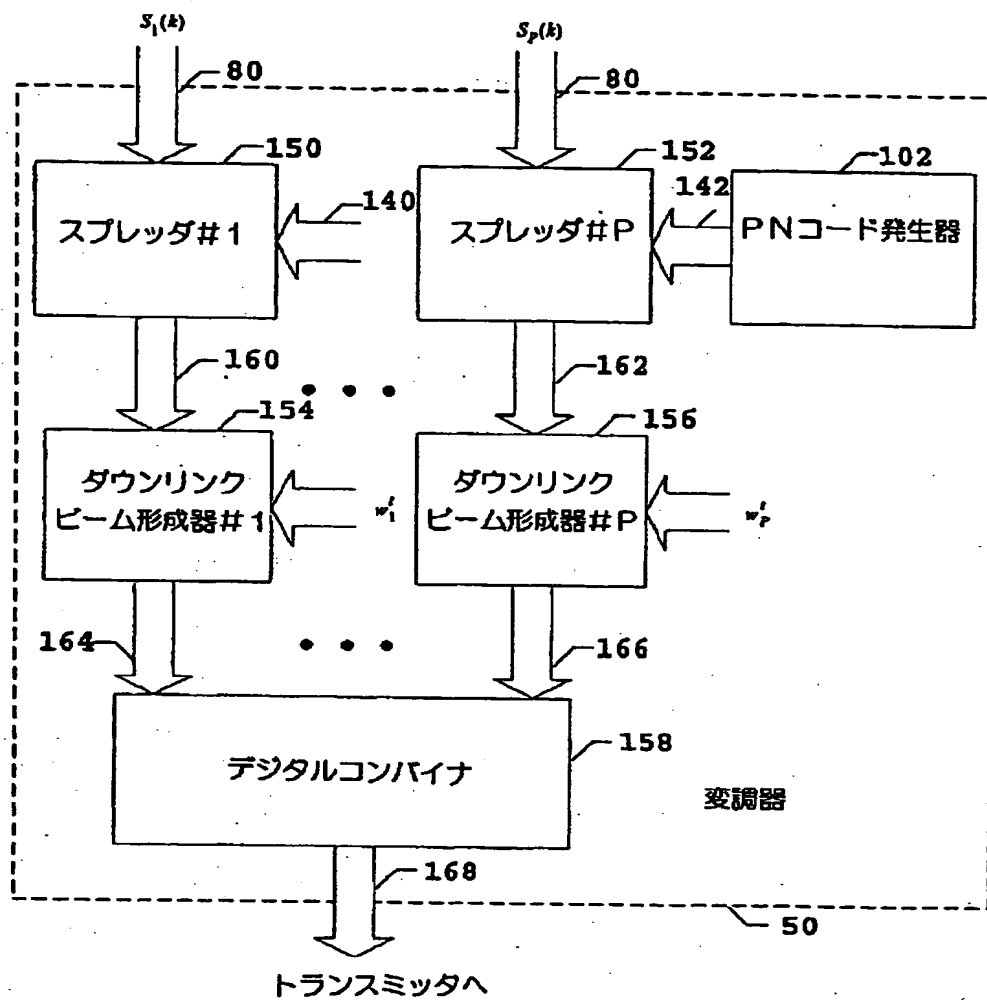


Fig. 8

【図9】

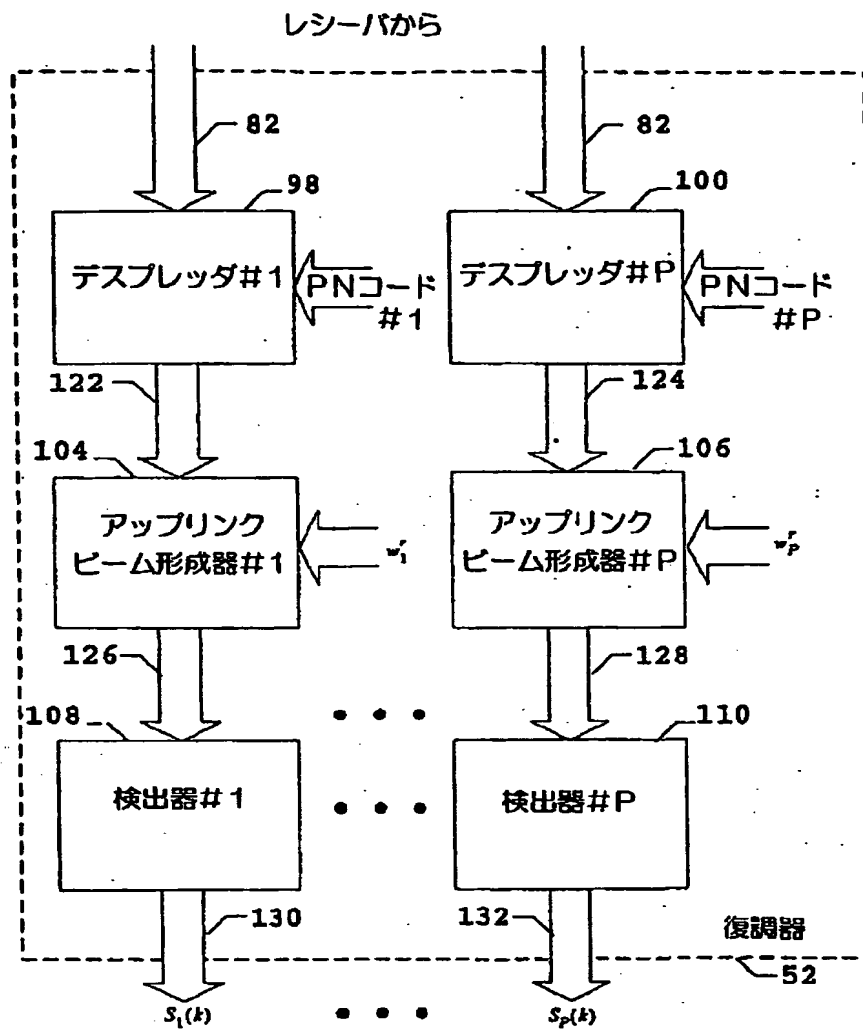


Fig. 9

【図10】

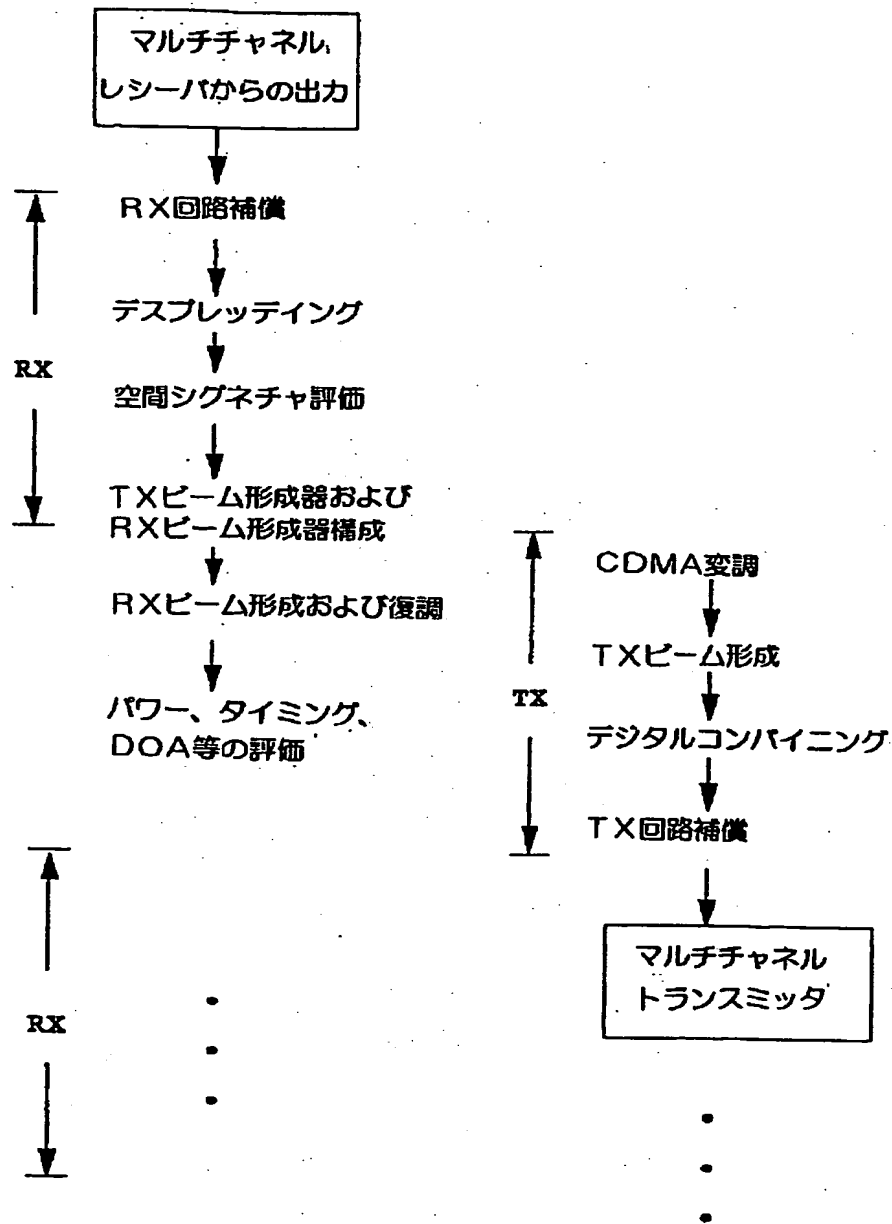


Fig. 10

【図11】

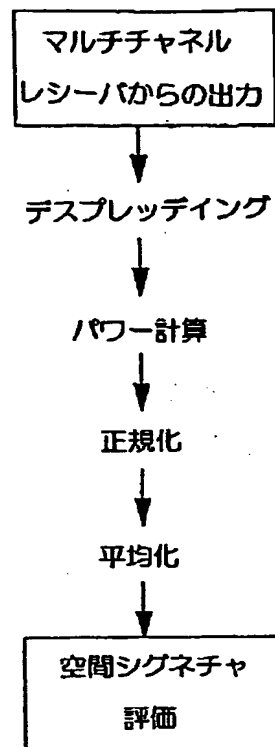


Fig. 11

【図12】

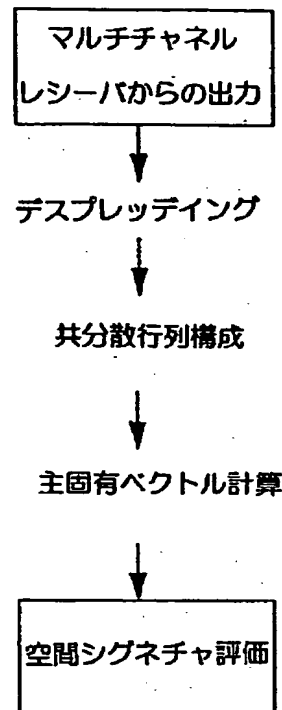


Fig. 12

【手続補正書】特許法第184条の8第1項

【提出日】平成11年1月28日(1999. 1. 28)

【補正内容】

請求の範囲

1. スマートアンテナ基地局であって、

基地局に無線で結合される複数の遠隔端末から受信される複数のアップリンク信号に関連付けられる対応する複数の空間シグネチャを評価するための空間シグネチャ評価器を含み、複数のアップリンク信号はアップリンクタイムスロットの間に共通搬送周波数で同時に受信され、前記スマートアンテナ基地局はさらに、

前記空間シグネチャ評価器に結合され複数の空間シグネチャに応答し、複数の遠隔端末の各々に対応して一意の複数のダウンリンクビーム形をビーム形成し、アップリンクタイムスロットに続くダウンリンクタイムスロットの間に共通搬送周波数で複数のダウンリンク信号を複数の遠隔端末に同時に送信するためのダウンリンクビーム形成器と、

前記ダウンリンクビーム形成器に結合され、複数のダウンリンク信号各々が一意のダウンリンクビーム形と共通搬送周波数での一意のコードチャネルとを有するように、複数のダウンリンク信号の各々を対応する複数のコードチャネル上で符号変調するための符号分割多元接続変調器とを含む、スマートアンテナ基地局

2. 前記空間シグネチャ評価器は、受信された複数のアップリンク信号の各々の同期を可能にするよう、複数の遠隔端末の各々への通信のため複数の遠隔端末の各々に一意のタイミングオフセットを決定する、請求項1に記載のスマートアンテナ基地局。

3. 前記空間シグネチャ評価器に結合され、複数の遠隔端末の1遠隔端末に関連付けられる対応する到着方向ベクトルを決定するため複数の空間シグネチャの少なくとも1つをさらに処理するためのパラメータ評価器を含み、前記ダウンリンクビーム形成器は、遠隔端末に関連付けられるダウンリンクビーム形をビーム形成するため到着方向ベクトルに依存しない、請求項1に記載のスマートアンテナ基地局。

4. 複数のダウンリンクビーム形の少なくとも1つが複数の空間シグネチャの対応する少なくとも1つと実質的に同一である、請求項1に記載のスマートアンテナ基地局。

5. 複数のダウンリンクビーム形の少なくとも1つが、雑音特性および他の空間

パラメータを考慮して、信号対雑音および雑音性能が最大となるよう最適化される、請求項1に記載のスマートアンテナ基地局。

6. 複数のダウンリンクビーム形の少なくとも1つが、雑音特性および他の空間パラメータを考慮して、ビット誤り率性能が最大になるよう最適化される、請求項1に記載のスマートアンテナ基地局。

7. スマートアンテナ基地局であって、アンテナ要素のアレイの各要素によって受信される複数のアップリンク信号を有する多数の復調されたアップリンク信号を生成するため、アンテナ要素のアレイによって受信された複数のアップリンク信号の各々を復調するための復調器をさらに含み、

前記空間シグネチャ評価器は、前記復調器に結合され、多数の復調されたアップリンク信号にตอบสนองして複数の空間シグネチャを評価し、前記スマートアンテナ基地局はさらに、

複数のダウンリンクビーム形をビーム形成するためアンテナ要素のアレイの各要素についての複数のダウンリンク信号の各々を一意に変調することによって、アンテナ要素のアレイの各要素に関連付けられる成分を有する多数の変調されたダウンリンク信号を生成するための、アンテナ要素のアレイおよび前記ダウンリンクビーム形成器に結合される変調器を含む、請求項1に記載のスマートアンテナ基地局。

8. 空間シグネチャの各々はベクトルまたは行列のいずれかであり、行列は、伝搬チャネルが遅延の長いマルチパスに対して周波数選択性である応用において使用される、請求項7に記載のスマートアンテナ基地局。

9. 複数のダウンリンクビーム形の数がアンテナ要素のアレイの要素の数を超え、それによって、基地局がセクタ化アンテナシステムではなく適応アンテナシステムとなる、請求項7に記載のスマートアンテナ基地局。

10. 前記復調器はさらに、前記空間シグネチャ評価器に応答して、アンテナ要素のアレイの各要素において受信される複数のアップリンク信号の少なくとも1つのアップリンク信号を構成的に組合せ、少なくとも1つのアップリンク信号に関連付けられる複数の空間シグネチャのうちの1つの空間シグネチャと実質的に同一のアップリンクビーム形成ベクトルに응答して構成的に組合せられた復調さ

れたアップリンク信号を生成する、請求項7に記載のスマートアンテナ基地局。

11. 前記復調器はさらに、前記空間シグネチャ評価器に응答して、アンテナ要素のアレイの各要素において受信される複数のアップリンク信号の少なくとも1つのアップリンク信号を構成的に組合せ、少なくとも1つのアップリンク信号に関連付けられる複数の空間シグネチャのうちの1つの空間シグネチャから構成されるアップリンクビーム形成ベクトルに응答して構成的に組合せられた復調されたアップリンク信号を生成し、構成では信号対混信および雑音性能を最大にするため雑音および混信特性ならびに他の空間パラメータを考慮する、請求項7に記載のスマートアンテナ基地局。

12. 前記復調器はさらに、前記空間シグネチャ評価器に응答して、アンテナ要素のアレイの各要素において受信される複数のアップリンク信号の少なくとも1つのアップリンク信号を構成的に組合せ、少なくとも1つのアップリンク信号に関連付けられる複数の空間シグネチャのうちの1つの空間シグネチャから構成されるアップリンクビーム形成ベクトルに응答して構成的に組合せられた復調されたアップリンク信号を生成し、構成ではビット誤り率性能を最大にするため雑音および混信特性ならびに他の空間パラメータを考慮する、請求項7に記載のスマートアンテナ基地局。

13. スマートアンテナ基地局であって、

共通搬送周波数で変調された複数のアップリンク信号を無線で受信するための、アンテナ要素のアレイを有するアンテナ手段と、

レシーバのアレイを有するレシーバ手段とをさらに含み、各レシーバはアンテナ要素のアレイの1つの要素に対応して結合され、前記レシーバ手段は共通搬送周波数から複数のアップリンク信号を分離するためのものであり、

前記復調器は、前記レシーバ手段に結合され、レシーバのアレイの各レシーバから複数のアップリンク信号の各々を復調して、多数の復調されたアップリンク信号を生成するためのものであり、前記スマートアンテナ基地局はさらに、

トランスミッタのアレイを有するトランスミッタ手段を含み、各トランスミッタはアンテナ要素のアレイの一要素に対応して結合され、前記トランスミッタ手段は共通搬送周波数で複数のダウンリンク信号を無線で送信するためのものであ

り、

前記変調器は、前記トランスミッタ手段を通じてアンテナ要素のアレイに結合される、請求項7に記載のスマートアンテナ基地局。

14. 組合された信号のアレイを生成するため、アンテナ要素のアレイの各要素に関連付けられる多数の変調されたダウンリンク信号の成分をデジタルで組合せるためのコンバイナをさらに含み、多数の変調されたダウンリンク信号はデジタルのものであり、さらに、

前記コンバイナに結合され、組合された信号のアレイの各信号をデジタルで整形してデジタル整形された信号の対応するアレイを生成するためのパルス生成器と、

前記パルス整形器および前記トランスミッタ手段に結合され、デジタル整形された信号のアレイをアナログ整形された信号の対応するアレイに変換するためのデジタルアナログ変換器とを含み、

前記トランスミッタ手段は共通搬送周波数でアナログ整形された信号のアレイを変調する、請求項13に記載のスマートアンテナ基地局。

15. 前記変調器、前記ダウンリンクビーム形成器および前記コンバイナは高速アダプタ変換手段内に含まれる、請求項14に記載のスマートアンテナ基地局。

16. 前記変調器に結合され、多数の変調されたダウンリンク信号の各成分をデジタル整形して、対応する多数のデジタル整形された信号を生成するためのパルス整形器と、

前記パルス整形器に結合され、多数のデジタル整形された信号を対応する多数

のアナログ整形された信号に変換するためのデジタルアナログ変換器と、

前記デジタルアナログ変換器に結合され、アンテナ要素のアレイの各要素に関連付けられる多数のアナログ整形された信号の成分を組合せて組合された信号のアレイを生成するためのアナログコンバイナとを含み、

前記トランスミッタ手段は、共通搬送周波数で組合された信号のアレイを変調する、請求項13に記載のスマートアンテナ基地局。

17. スマートアンテナ基地局であって、

複数のアップリンク信号の各々は、複数の遠隔端末の各々からの一意のPNシ

ーケンスを含み、前記スマートアンテナ基地局は、

複数のシンボルシーケンスを含むマルチチャネルシンボルシーケンスを得るため各PNシーケンスをデスプレッドするためのデスプレッドをさらに含み、前記空間シグネチャ評価器は、

マルチチャネルシンボルシーケンスから最大パワーを有する第1のシンボルシーケンスを特定し、

第1のシンボルシーケンスに関してマルチチャネルシンボルシーケンスを正規化して正規化されたマルチチャネルシンボルシーケンスを生成し、

正規化されたマルチチャネルシンボルシーケンスの平均を計算して、複数の空間シグネチャの対応する1つを評価する、請求項1に記載のスマートアンテナ基地局。

18. スマートアンテナ基地局であって、

複数のアップリンク信号の各々は複数の遠隔端末の各々からの一意のPNシーケンスを含み、前記スマートアンテナ基地局は、

複数のシンボルシーケンスを含むマルチチャネルシンボルシーケンスを得るため各PNシーケンスをデスプレッドするためのデスプレッドをさらに含み、前記空間シグネチャ評価器は、

マルチチャネルシンボルシーケンスのデータ共分散行列を形成し、

データ共分散行列の主固有ベクトルを計算して複数の空間シグネチャの対応する1つを評価する、請求項1に記載のスマートアンテナ基地局。

19. スマートアンテナ基地局における方法であって、

アップリンクタイムスロットの間に、基地局に無線で結合される複数の遠隔端末から共通搬送周波数で複数のアップリンク信号を同時に受信するステップと、

複数のアップリンク信号に関連付けられる複数の空間シグネチャを評価するステップと、

複数の遠隔端末の各々に一意に対応する複数のダウンリンクビーム形をビーム形成するステップと、

アップリンクタイムスロットに続くダウンリンクタイムスロットの間に共通搬送周波数で複数の遠隔端末に複数のダウンリンク信号を同時に送信するステップ

とを含む、スマートアンテナ基地局における方法。

20. 複数のダウンリンク信号の各々が一意のダウンリンクビーム形および共通搬送周波数での一意のコードチャネルを有するよう、複数のコードチャネルの内対応する1つで複数のダウンリンク信号の各々を符号分割多元接続変調するステップと、

複数の受信されたアップリンク信号の各々の同期を可能にするため、複数の遠隔端末の各々への通信のために複数の遠隔端末の各々に一意のタイミングオフセットを決定するステップとをさらに含む、請求項19に記載のスマートアンテナ基地局における方法。

21. 複数の遠隔端末のうち1つの遠隔端末と関連付けられる対応する到着方向ベクトルを決定するために複数の空間シグネチャの少なくとも1つを処理するステップをさらに含む、

複数のダウンリンクビーム形をビーム形成する前記ステップは、遠隔端末に関連付けられるダウンリンクビーム形のビーム形成のために到着方向ベクトルに依存しない、請求項19に記載のスマートアンテナ基地局における方法。

22. アンテナ要素のアレイの各要素により受信された複数のアップリンク信号を有する多数の復調されたアップリンク信号を生成するためアンテナ要素のアレイにより受信された複数のアップリンク信号の各々を復調するステップをさらに含む、

複数の空間シグネチャを評価する前記ステップは、多数の復調されたアップリンク信号に応答して複数の空間シグネチャを評価し、複数のダウンリンクビーム形をビーム形成する前記ステップはさらに、

複数のダウンリンクビーム形をビーム形成するため、アンテナ要素のアレイの各要素について複数のダウンリンク信号の各々を一意に変調することによって、アンテナ要素のアレイの各要素に関連付けられる成分を有する多数の変調されたダウンリンク信号を生成するステップをさらに含む、請求項19に記載のスマートアンテナ基地局における方法。

23. 複数のアップリンク信号から複数の遠隔端末の1つに関連付けられるマルチチャネルシンボルシーケンスを決定するステップと、

マルチチャネルシンボルシーケンスのデータ共分散行列の主固有値としてアップリンクパワー評価を決定するステップとを含み、

複数のダウンリンクビーム形をビーム形成する前記ステップはさらに、アップリンクパワー評価に応答して端末に応答するダウンリンクビーム形についてのパワーレベルを確定するステップを含む、請求項19に記載のスマートアンテナ基地局における方法。

24. 複数のアップリンク信号から複数の遠隔端末の1つに関連付けられるマルチチャネルシンボルシーケンスを決定するステップと、

マルチチャネルシンボルシーケンスの二次平均としてアップリンクパワー評価を決定するステップとを含み、

複数のダウンリンクビーム形をビーム形成する前記ステップはさらに、アップリンクパワー評価に応答して端末に応答するダウンリンクビーム形についてのパワーレベルを確定するステップを含む、請求項19に記載のスマートアンテナ基地局における方法。

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Intern. of Application No
PCT/US 97/22878

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER IPC 6 H04B7/06 H04B7/08 H04B7/26		
According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC		
B. FIELDS SEARCHED Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols) IPC 6 H04B		
Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched		
Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)		
C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	<p>US 5 515 378 A (ROY III RICHARD H ET AL) 7 May 1996 cited in the application</p> <p>see column 6, line 62 - line 67 see column 8, line 45 - line 67 see column 9, line 43 - column 10, line 7 see column 13, line 26 - column 16, line 54; figures 4,5 see column 18, line 9 - line 31; figure 13 see column 19, line 67 - column 20, line 4 see column 21, line 13 - line 43; claim 1 ---</p> <p style="text-align: center;">-/--</p>	<p>1,2, 4-13,21, 22, 24-33, 41-43, 45-47, 49-52</p>
<input checked="" type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of box C. <input checked="" type="checkbox"/> Patent family members are listed in annex.		
* Special categories of cited documents : "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance "E" earlier document but published on or after the international filing date "L" document which may throw doubt on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified) "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed "T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art. "Z" document member of the same patent family		
Date of the actual completion of the international search 2 April 1998		Date of mailing of the international search report 30.04.98
Name and mailing address of the ISA European Patent Office, P.O. 5818 Patentkan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 8000 Fax (+31-70) 340-3016		Authorized officer Burghardt, G

Form PCT/ISA-210 (second sheet) July 1992

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No
PCT/US 97/22878

C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	HAYASHI M ET AL: "CDMA/TDD CELLULAR SYSTEMS UTILIZING A BASE-STATION-BASED DIVERSITY SCHEME" PROCEEDINGS OF THE VEHICULAR TECHNOLOGY CONFERENCE, CHICAGO, JULY 25 - 28, 1995, vol. VOL. 2, no. CONF. 45, 25 July 1995, INSTITUTE OF ELECTRICAL AND ELECTRONICS ENGINEERS, pages 799-803, XP008551644 see the whole document ---	1,2, 4-13,21, 22, 24-33, 41-43, 45-47, 49-52
A	EP 0 668 668 A (NATSUSHITA ELECTRIC IND CO LTD) 23 August 1995 see column 6, line 22 - column 9, line 38; figures 4-7 -----	1,22,41, 42,46

Form PCT/ISA/210 (continuation of second sheet) July 1992

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International Application No

PCT/US 97/22878

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
US 5515378 A	07-05-1996	AU 678766 B	01-08-1996
		AU 3145493 A	19-07-1993
		CA 2125571 A	24-06-1993
		EP 0616742 A	28-09-1994
		FI 942771 A	10-06-1994
		JP 7505017 T	01-06-1995
		WO 9312590 A	24-06-1993
		US 5546090 A	13-08-1996
		US 5625886 A	29-04-1997
		US 5592490 A	07-01-1997
		US 5642353 A	24-06-1997
EP 0668668 A	23-08-1995	JP 7283779 A	27-10-1995
		CA 2141733 A	17-08-1995
		US 5598404 A	28-01-1997

Form PCT/ISA/210 (patent family annex) (July 1992)

フロントページの続き

(81) 指定国 EP(AT, BE, CH, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE), OA(BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, ML, MR, NE, SN, TD, TG), AP(GH, GM, KE, LS, MW, SD, SZ, UG, ZW), EA(AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BY, CA, CH, CN, CU, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, GB, GE, GH, HU, ID, IL, IS, JP, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MD, MG, MK, MN, MW, MX, NO, NZ, PL, PT, RO, RU, SD, SE, SG, SI, SK, SL, TJ, TM, TR, TT, UA, UG, UZ, VN, YU, ZW

(72) 発明者 スー, グアンハン

アメリカ合衆国、78831 テキサス州、オースティン、ツイン・バレー・サークル、
4609

【要約の続き】

ワーコントロールおよびハンドオフの容易さが含まれる。